



**ANALISIS KERUSAKAN *AFTER-COOLER*
DI LNGC. TANGGUH JAYA DALAM *VOYAGE* 18/TJ/08**

SKRIPSI

**Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

Oleh

HENDY KURNIA RAHMAN

531611106030 N

PROGRAM STUDI NAUTIKA DIPLOMA IV

POLITEKNIK ILMU PELAYARAN

SEMARANG

2021

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS KERUSAKAN AFTER-COOLER DI LNGC. TANGGUH JAYA DALAM VOYAGE 18/TJ/08

Disusun Oleh:

HENDY KURNIA RAHMAN

531611106030 N

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan

Dewan Penguji Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Semarang, 28-01-2021

Dosen Pembimbing I
Materi

Dosen Pembimbing II
Penulisan


Capt. AGUS SUBARDI, M.Mar.

Pembina Utama Muda (IV/c)

NIP. 19550723 198303 1 001


ARYA WIDIATMAJA, S.ST, MM.

Penata (III/c)

NIP. 19830911 200912 1 003

Mengetahui,
Ketua Program Studi Nautika Diploma IV


Capt. DWIANTORO, MM, M.Mar

Penata Tingkat I (III/d)

NIP. 19740614 19980 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Analisis Kerusakan *After-Cooler* di LNGC. Tangguh Jaya dalam *Voyage* 18/TJ/08” karya,

Nama : Hendy Kurnia Rahman

NIT : 531611106030 N

Program Studi : Nautika

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Nautika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari, tanggal

Semarang,

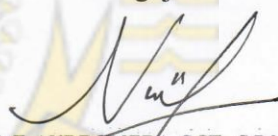
Penguji I


Capt. ALI IMRAN RITONGA, MM., M.Mar
Pembina (IV/a)
NIP. 19570427 199603 1 001

Penguji II


YUSTINA SAPAN, S.ST., MM
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19771129 200502 2 001


Penguji III


VEGA F. ANDROMEDA, S.ST., S.Pd., M.Hum
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19770326 200212 1 002

Mengetahui,

DIREKTUR POLITEKNIK ILMU PELAYARAN

SEMARANG


Dr. Capt. MASHUDI ROFIQ, M.Sc
Pembina Tk. I (IV/b)
NIP. 19670605 199808 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hendy Kurnia Rahman

NIT : 531611106030 N

Program Studi : Nautika

Skripsi dengan judul “Analisis Kerusakan *After-Cooler* di LNGC. Tangguh Jaya dalam *Voyage* 18/TJ/08”

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya (penelitian dan tulisan) sendiri, bukan merupakan salinan dari karya tulis orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi yang di jatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang, 28-01-2021



Yang menyatakan,

HENDY KURNIA RAHMAN
NIT. 531611106030 N

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

"Orang yang mengikuti orang banyak biasanya tidak akan pergi lebih jauh dari orang banyak itu. Mereka yang berjalan sendirian cenderung menemukan diri mereka di tempat-tempat yang belum pernah dikunjungi sebelumnya."

Francis Phillip Wernig

Persembahan:

1. Orang tua saya tercinta, Bapak Hadi Saptana dan Ibu Nanik Purwaningsih.
2. Dr. Capt. Mashudi Rofiq, M.Sc selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Capt. Agus Subardi, M.Mar. selaku dosen pembimbing I.
4. Arya Widiatmaja, S.ST, MM. selaku dosen pembimbing II.
5. Ibu, bapak, dan rekan-rekan di Unit Bahasa PIP Semarang.
6. Rekan-rekan dan almamater saya, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
7. Seluruh *crew* LNGC. Tangguh Jaya.

PRAKATA



Alhamdulillah, segala puji syukur bagi Allah SWT, Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Kerusakan After-Cooler di LNGC. Tangguh Jaya dalam Voyage 18/TJ/08**”. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah SAW yang telah mengantarkan kita menuju jalan yang benar.

Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi persyaratan meraih gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr.Pel.), serta sebagai syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis juga banyak mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak yang sangat membantu dan bermanfaat, oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak dan Ibu serta keluarga tercinta yang selalu memberikan motivasi, kasih sayang dan doa serta dukungan moral yang telah diberikan.
2. Dr. Capt. Mashudi Rofik, M.Sc., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Capt. Agus Subardi, M.Mar. selaku dosen pembimbing materi.

4. Arya Widiatmaja, S.ST, MM. selaku dosen pembimbing penulisan.
5. Seluruh dosen di PIP Semarang yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat dalam membantu proses penyusunan skripsi ini.
6. Ibu, bapak, dan rekan-rekan di Unit Bahasa PIP Semarang.
7. Rekan-rekan dan almamater saya, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
8. Kepada seluruh *crew* kapal LNGC. Tangguh Jaya yang telah memberikan saya kesempatan untuk melakukan penelitian dan praktik laut serta membantu penulisan skripsi ini.
9. Semua pihak yang telah membantu penulisan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhirnya, dengan segala kerendahan hati penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan, sehingga penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap agar penelitian ini bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, 28-01-2021

Penulis

HENDY KURNIA RAHMAN
NIT. 531611106030 N

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAKSI.....	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Sistematika Penulisan	7
BAB I. LANDASAN TEORI.....	9
2.1. Tinjauan Pustaka	9
2.2. Kajian Penelitian Terdahulu.....	22

2.3. Kerangka Pikir Penelitian	25
2.4. Definisi Operasional.....	26
BAB III. METODE PENELITIAN	29
3.1. Metode Penelitian.....	29
3.2. Fokus Dan Lokus Penelitian	30
3.3. Sumber Data Penelitian.....	32
3.4. Teknik Pengumpulan Data.....	34
3.5. Teknik Keabsahan Data	37
3.6. Teknik Analisa Data.....	38
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	46
4.1. Deskripsi Objek Yang Diteliti.....	46
4.2. Analisis Masalah	54
4.3. Pembahasan Masalah	63
4.4. Keterbatasan Penelitian.....	75
BAB V. PENUTUP.....	79
5.1. Simpulan	79
5.2. Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN.....	84
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema sistem suplai gas.....	10
Gambar 2.2	<i>After-cooler</i>	11
Gambar 2.3	<i>After-cooler</i> dan katup CS911	12
Gambar 2.4	<i>Moss Tanks System</i> LNGC.....	13
Gambar 2.5	Sisi dalam <i>Moss Type Tanks</i>	14
Gambar 2.6	GTT Mark III, LNGC. Tangguh Jaya	15
Gambar 2.7	Sistem isolasi tangki membran.....	17
Gambar 2.8	Simbol Ex.....	18
Gambar 2.9	Kerangka pikir penelitian.....	25
Gambar 3.1	Teknik Triangulasi dengan tiga sumber data	38
Gambar 3.2	Contoh diagram <i>fault tree analysis</i>	38
Gambar 3.3	FTA	45
Gambar 4.1	K-ENE.....	46
Gambar 4.2	LNGC. Tangguh Jaya.....	47
Gambar 4.3	Tangguh LNG	48
Gambar 4.4	<i>Fuel Gas Pump</i>	58
Gambar 4.5	<i>Low Duty Compressor</i>	60
Gambar 4.6	Diagram <i>Fault Tree Analysis</i>	64
Gambar 4.7	Kondisi <i>after-cooler</i> ketika masalah terjadi	72
Gambar 4.8	Alur <i>tank spray</i>	74
Gambar 4.9	<i>Gas Dangerous Zone</i> di LNGC. Tangguh Jaya	76

DAFTAR TABEL

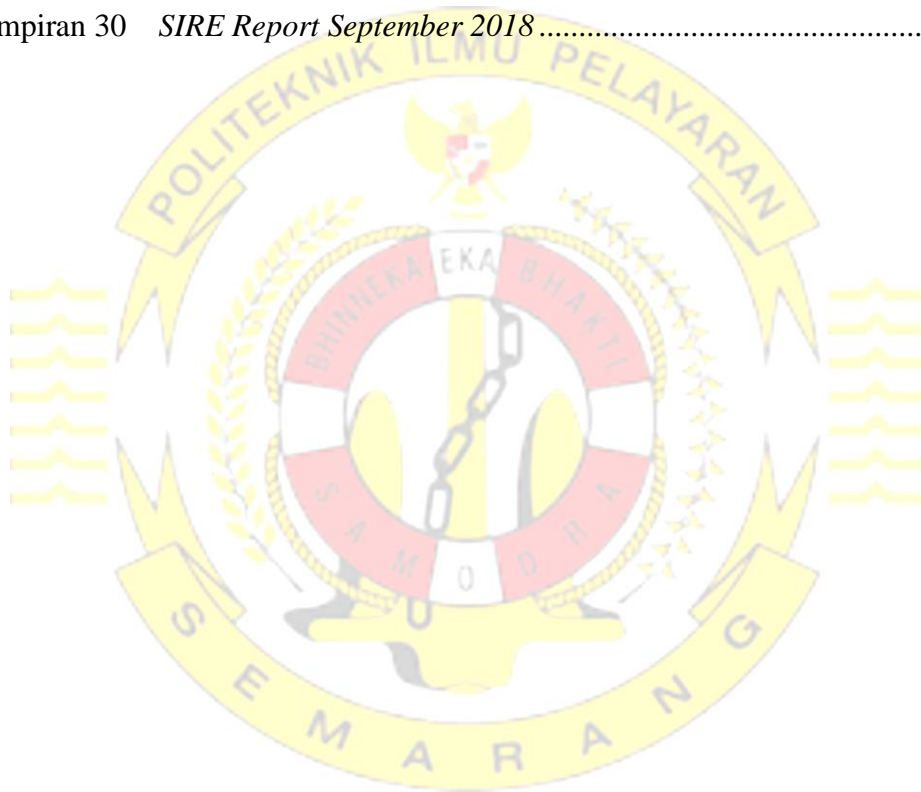
Tabel 2.1	Hasil Kajian Penelitian Terdahulu.....	23
Tabel 3.1	Daftar pelabuhan yang pernah disinggahi.....	31
Tabel 4.1	Spesifikasi BOG untuk bahan bakar DFDE.....	52
Tabel 4.2	Kondisi muatan tanggal 30 September 2018	43



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Daftar Pertanyaan	85
Lampiran 2	Daftar Responden	86
Lampiran 3	Hasil Wawancara	87
Lampiran 4	<i>Fuel Gas Monitor</i>	91
Lampiran 5	<i>Spray Plan</i>	92
Lampiran 6	<i>Cargo Machinery Piping</i>	93
Lampiran 7	<i>Cargo Valve Checklist</i>	94
Lampiran 8	<i>Cargo Overview</i>	95
Lampiran 9	No.3 <i>Cargo Tank</i>	96
Lampiran 10	No. 2 <i>L/D Compressor</i>	97
Lampiran 11	<i>Spray Monitor</i>	98
Lampiran 12	<i>Certificate of Quality</i>	99
Lampiran 13	<i>LNG calculation Sheet</i>	100
Lampiran 14	<i>Delivery Notice</i>	101
Lampiran 15	Pemberitahuan Ekspor Barang	102
Lampiran 16	<i>Master's Receipt 18/TJ/08</i>	103
Lampiran 17	<i>Certificate of Quantity</i>	104
Lampiran 18	<i>CTS 18/TJ/08 Before Loading</i>	105
Lampiran 19	<i>CTS 18/TJ/08 After Loading</i>	106
Lampiran 20	<i>CTS 18/TJ/08 Comparison</i>	107
Lampiran 21	<i>CTS from SGS</i>	108
Lampiran 22	<i>Notice of Readiness 18/TJ/08</i>	109

Lampiran 23	<i>Notice of Readiness 17/TJ/13</i>	110
Lampiran 24	<i>Master's Receipt 17/TJ/13</i>	111
Lampiran 25	<i>CTS 17/TJ/13 After Loading</i>	112
Lampiran 26	<i>Appraisal Damir Baric 1</i>	113
Lampiran 27	<i>Appraisal Damir Baric 2</i>	114
Lampiran 28	<i>Ship Particulars</i>	115
Lampiran 29	<i>Crew Lists</i>	116
Lampiran 30	<i>SIRE Report September 2018</i>	117



ABSTRAKSI

Rahman, Hendy Kurnia, 531611106030 N, 2021, “Analisis Kerusakan *After-Cooler* di LNGC. Tangguh Jaya dalam *Voyage 18/TJ/08*”, Program Diploma IV, Program Studi Nautika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Capt. Agus Subardi, M.Mar, Pembimbing II: Arya Widiatmaja, S.ST, MM.

Dalam proses pendistribusian LNG melalui laut, kapal khusus pengangkut LNG dibangun dengan sedemikian rupa sehingga dapat menggunakan uap LNG sebagai bahan bakar. Namun uap ini harus diolah dengan sistem yang terintegrasi sebelum masuk ke ruang bakar mesin. Karena adanya perbedaan kualitas LNG dari masing-masing wilayah, peralatan untuk penanganan muatan LNG memiliki beberapa keterbatasan. Hingga terjadi kegagalan fungsi *After-cooler* di LNGC. Tangguh Jaya, untuk menurunkan temperatur uap LNG sebelum dikirim ke mesin. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab kegagalan fungsi *After-cooler* dan untuk mengetahui cara penanganan yang tepat. Metode penelitian skripsi ini bersifat deskriptif kualitatif, dibandingkan dengan wawancara yang melibatkan *Chief Officer* dan *Gas Engineer*, termasuk observasi kondisi kapal dan dokumen terkait di LNGC. Tangguh Jaya. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan teknik *Fault Tree Analysis* (FTA).

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa faktor penyebab terjadinya kerusakan *After-cooler* adalah kondisi LNG yang diangkut saat itu. Dampak dari kegagalan fungsi ini adalah berbunyinya alarm pada IAS, dengan skenario terburuk kapal mengalami *blackout*. Metode untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan mengurangi tekanan pada tangki dengan cara meningkatkan laju *tank spray*.

Kata kunci: *Liquefied Natural Gas*, *Boil-off Gas*, temperatur

ABSTRACT

Rahman, Hendy Kurnia, 531611106030 N, 2021, “*The Analysis of After-cooler’s Failure in LNGC. Tangguh Jaya on Voyage 18/TJ/08*”, Diploma IV Program, Nautical Study Program, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Advisor I: Capt. Agus Subardi, M.Mar, Supervisor II: Arya Widiatmaja, S.ST, MM.

In the process of distributing LNG by sea, specialized vessels to transport LNG are built complicatedly that they can use LNG vapour as fuel. However, this vapour must be processed with an integrated system before entering the engine combustion chamber. Due to the quality difference of LNG from each region, the equipment for LNG cargo handling has several limitations. Until there was a malfunction of the After-cooler on LNGC. Tangguh Jaya, in order to reduce the temperature of the LNG vapour before sending it to the engine. According to this problem, this research was aims to determine the factors which caused the malfunction of the After-cooler and to acknowledge the correct method to handle it. This research method is descriptive qualitative, compared with interview involving the Chief Officer and Gas Engineer, including the observation of vessel conditions and related documents on LNGC. Tangguh Jaya. The collected data were analysed using the Fault Tree Analysis (FTA) technique.

The results of this research concluded that the factor which caused the malfunction of the After-cooler, was the condition of the transported LNG at that time. The impact of this malfunction resulted in the raised alarm at the IAS, with the worst scenario to vessel is experiencing a blackout. The solution to overcome this malfunction is to reduce the pressure in the tank by increasing the rate of the spray tank.

Keywords: *Liquefied Natural Gas, Boil-off Gas, temperature.*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Bahan bakar memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia sejak masa lampau. Dewasa ini, manusia mulai menggunakan bahan bakar yang ramah lingkungan. Diketahui bahwa penggunaan bahan bakar telah dimulai oleh *Homo erectus* menggunakan kayu bakar setidaknya sejak kurang lebih dua juta tahun yang lalu. Kemudian, kurang lebih pada tahun 6000 SM, manusia mulai menggunakan arang kayu sebagai bahan bakar dalam bidang pandai besi. Kemudian hingga pada abad ke-18, mulai beralih menggunakan batu bara akibat menipisnya area hutan di Eropa. Saat ini, di bidang industri maupun rumahan pada umumnya sudah menggunakan bahan bakar gas yang lebih ramah lingkungan.

Penelitian-penelitian tentang gas mulai dilakukan oleh para ilmuwan pada abad ke-17. Salah satu ilmuwan tersebut, Robert Boyle telah menemukan hubungan terbalik antara tekanan dan volume gas. Kemudian pada abad ke-19, Gay Lussac menemukan hubungan berbanding lurus antara tekanan dan temperatur gas. Hingga pada tahun 1886, ilmuwan bernama Karol Olszewski berhasil mencairkan *methane* (metana), yang merupakan komposisi utama dari LNG atau *Liquefied Natural Gas* (Gas Alam Cair).

Di berbagai negara maju seperti Korea Selatan, Jepang, dan Republik Rakyat Cina, bahan bakar gas alam sudah menjadi kebutuhan sehari-hari, dikarenakan sifatnya yang ramah terhadap lingkungan. Gas alam tersebut dipanen dari negara penghasil antara lain adalah Indonesia, Malaysia, Republik Arab Emirat dan Australia. Pada abad ke-20, banyak perusahaan pembuat kapal mulai membangun kapal tanker jenis LNG *Carrier* atau kapal pengangkut gas alam cair. Kebutuhan akan gas alam meningkat pesat dan terus berlanjut, karena kegunaannya sebagai bahan bakar dengan pembakaran bersih. Cadangan gas alam didistribusikan secara mendunia, sehingga memberikan lebih banyak alternatif bagi para importir untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Kebutuhan masa ini dan masa depan terhadap sumber energi, tidak dapat dipenuhi oleh teknologi sumber energi yang dapat diperbarui saja, sehingga LNG menjadi alternatif yang menarik daripada bahan bakar fosil lainnya (SIGTTO, 2016: 4).

Saat ini, banyak pelaut yang ingin bekerja di kapal tanker jenis LNG *Carrier*. Selain gaji yang cukup besar, kapal jenis tersebut sangat mengutamakan keselamatan, dikarenakan LNG termasuk muatan yang berbahaya dan mudah meledak (*Dangerous Good, Class II*). LNG *Carrier* sebagai moda transportasi laut, difungsikan untuk mengangkut gas alam cair / *Liquefied Natural Gas* (LNG) menyeberangi laut hingga samudera. Sedangkan truk tangki dapat membawa gas alam cair sebagai moda transportasi darat. Moda transportasi atau jenis transportasi tersebut dapat

mendistribusikan gas alam secara langsung ke konsumen-akhir ataupun ke titik-titik distribusi lain.

LNG *Carrier* dirancang untuk mengangkut satu jenis muatan gas dalam wujud cair di mana temperatur dan tekanannya harus selalu dijaga, supaya muatan tersebut stabil. LNG *Carrier* memiliki ruang muat berupa tangki *Moss Type* dan *Membrane Type* yang dirancang untuk dimuati LNG bertemperatur $-162^{\circ}\text{Celcius}$. Oleh karena itu, LNG *Carrier* dilengkapi *Cargo Control Room* (CCR) yang difungsikan sebagai ruang kontrol utama untuk memantau dan mengatur muatan yang diangkut. Untuk menjaga temperatur dan tekanan, dibuatlah sistem monitor tekanan dan temperatur atau *Pressure and Temperature Monitoring System* (PSMS). Terdapat *Spray Pump* yang berfungsi untuk menjaga temperatur dalam tangki dengan cara mengabutkan tangki yang panas dengan muatan itu sendiri. LNG *Carrier* pasti dilengkapi *High Duty Compressor* (HDC) dan *Low Duty Compressor* (LDC). *Low Duty* berfungsi untuk mengirim uap ke *Gas Combustion Unit* (GCU) dan ke *Dual Fuel Diesel Engine* (DFDE) sebagai bahan bakar untuk berlayar. Adapun jenis LNG *Carrier* yang tidak menggunakan *Dual Fuel Diesel Engine* (DFDE), namun menggunakan Turbin sebagai penggantinya. Sedangkan *High Duty Compressor* (HDC) difungsikan untuk mengirim uap gas dari tangki kapal ke darat pada waktu operasi pemuatan di *loading port* (Pelabuhan muat) untuk menjaga tekanan tangki. Karena LNG yang dikirim ke tangki-tangki kapal berada pada titik didih, maka zat ini akan cenderung untuk menguap. Uap gas

yang terbentuk selama proses *loading* (pemuatan) akan meningkatkan tekanan tangki.

Kapal jenis LNG didesain untuk menggunakan muatannya sebagai bahan bakar ketika berlayar. *Vapour* (uap) yang dihasilkan oleh muatan tersebut dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk *Dual Fuel Diesel Engine* (DFDE) di *Engine Room* (Kamar Mesin), yang dihisap dan dikirimkan oleh *Compressor* yang disebut *Low Duty Compresoor*. Dalam penggunaan uap muatan tersebut sebagai bahan bakar, dibuatlah sistem yang sedemikian rupa meliputi *Fuel Gas Pump*, *Spray Pump*, *Cargo Piping System*, *NBO Mist Separator*, *Pre-Cooler*, *Low Duty Compressor*, *After-Cooler*, *Boil-Off Heater*, *Valve System*, hingga *Dual Fuel Diesel Engine*. Peralatan tersebut tergolong sebagai *Cargo Machinery* (Permesinan Kargo) yang memiliki spesifikasi seperti ukuran, daya, dan kapasitas masing-masing. Oleh karena itu, para perwira di atas kapal LNG *Carrier* harus memahami spesifikasi peralatan yang ada.

Setelah kita mengetahui bahwa kapal LNG dirancang sedemikian rupa untuk mengangkut gas alam cair dengan temperatur $-162^{\circ}\text{Celcius}$. Sehingga memerlukan penanganan yang berbeda dari muatan lainnya. Namun, tidak semua pelabuhan muat memiliki kualitas atau kondisi LNG yang sama. Semakin kecil massa jenis LNG atau semakin dingin temperatur LNG, semakin tinggi kualitas LNG. LNG dengan kualitas tinggi lebih mudah untuk dijaga temperatur dan tekanannya. Sebaliknya, LNG dengan temperatur lebih hangat atau massa jenis lebih besar

membuatnya sulit untuk dikontrol dan dapat membuat peralatan mengalami kerusakan. Seperti yang pernah terjadi di LNGC. Tangguh Jaya tempat penulis melaksanakan praktik laut, terjadi kerusakan pada *After-Cooler* pada saat berlayar dalam *voyage* 18/TJ/08. Sehingga penulis berusaha menuangkan pengalaman tersebut dalam bentuk skripsi ini yang berjudul “**Analisis Kerusakan *After-Cooler* di LNGC. Tangguh Jaya dalam *Voyage* 18/TJ/08**”.

Mengingat kembali bahwa tidak banyak kadet dari kampus PIP Semarang yang melaksanakan praktik laut di kapal tanker jenis LNG *Carrier*. Penulis berusaha menyampaikan bagaimana sebuah *After-cooler* di kapal LNGC. Tangguh Jaya dapat mengalami kerusakan. Penulis berharap agar para pembaca dapat memahami bagaimana kerusakan alat dapat terjadi di LNGC Tangguh Jaya.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dibahas di atas dan untuk menyusun permasalahan, selanjutnya adalah menentukan pokok masalah yang terjadi. Pokok permasalahan dirumuskan menjadi sebuah perumusan masalah yang berfungsi untuk memudahkan dalam pembahasan bab berikutnya. Sedangkan perumusan masalah tersebut disusun berupa pertanyaan, pembahasan yang memerlukan jawaban dan solusi pemecahannya adalah sebagai berikut:

1.2.1 Mengapa *After-Cooler* di LNGC. Tangguh Jaya mengalami kerusakan pada *voyage* 18/TJ/08?

1.2.2. Apa metode yang digunakan untuk menangani kerusakan *After-Cooler* di LNGC. Tangguh Jaya?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, Adapun tujuan dari penelitian tentang analisis kerusakan alat *After-Cooler* pada kapal tanker LNGC. Tangguh Jaya dalam *voyage* 18/TJ/08 yaitu:

1.3.2. Mengetahui analisis mengenai *After-Cooler* di LNGC. Tangguh Jaya yang mengalami kerusakan dalam *voyage* 18/TJ/08.

1.3.3. Mengetahui metode untuk menangani kerusakan alat tersebut dengan tepat.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun hasil penelitian yang dilaksanakan tentang analisis kerusakan alat *After-Cooler* di LNGC. Tangguh Jaya dalam *voyage* 18/TJ/08 yang penulis bahas dalam skripsi ini agar memiliki manfaat. Manfaat tersebut terbagi menjadi dua, yakni secara teoritis dan praktis yang akan dijelaskan sebagai berikut:

1.4.2. Secara teoritis

Dapat menambah pengetahuan baru, maupun memperdalam serta mengembangkan pengetahuan secara teori tentang bagaimana peralatan yang digunakan untuk mengolah muatan sebagai bahan bakar seperti *After-cooler* pada kapal tanker pengangkut LNG serta metode atau teknik yang tepat untuk menanganinya.

1.4.3. Secara praktis

Memberikan informasi tambahan mengenai kerusakan alat serupa yang dapat terjadi pada kapal jenis LNG *Carrier* serta cara menanganinya kepada pembaca, khususnya para pembaca yang berprofesi sebagai pelaut di kapal berjenis sama.

1.5. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembaca dalam mengikuti seluruh paparan dan pembahasan dalam skripsi ini yang berjudul “Analisis Kerusakan *After-Cooler* di LNGC. Tangguh Jaya dalam *Voyage* 18/TJ/08”. Maka dibuatlah sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

1.2. Perumusan Masalah

1.3. Tujuan Penelitian

1.4. Manfaat Penelitian

1.5. Sistematika Penulisan

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Dalam bab ini berisi teori yang mendasari permasalahan dalam skripsi ini yaitu kerusakan *After-Cooler* dan LNG itu sendiri. Penulisan yang bersifat teoritis agar dapat digunakan sebagai landasan berpikir guna mendukung uraian atau paparan dan menegaskan serta memperjelas dalam menganalisis data yang didapat.

BAB III METODE PENELITIAN

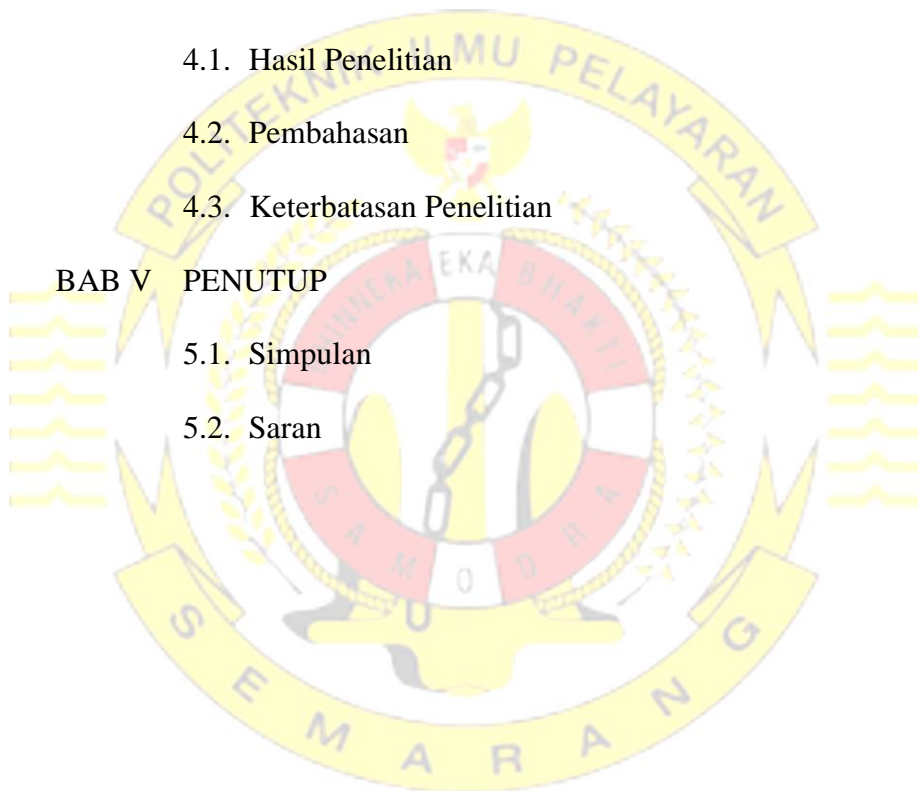
Pada bab ini berisi tentang metode atau teknik yang digunakan dalam penelitian. Bab ini menjelaskan tentang lokasi penelitian, data yang diperlukan, cara pengumpulan data dan teknik analisis data. Seluruh pokok-pokok dalam metode penelitian diterangkan secara padat dan ringkas.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

- 4.1. Hasil Penelitian
- 4.2. Pembahasan
- 4.3. Keterbatasan Penelitian

BAB V PENUTUP

- 5.1. Simpulan
- 5.2. Saran



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan Pustaka sebagai landasan teori yang kemudian akan digunakan sebagai dasar dari pembahasan judul penelitian. Pada tinjauan pustaka berikut akan dibahas teori-teori dari sumber yang relevan, yang disusun dan digunakan sebagai landasan untuk kerangka pikir.

2.1.1. Analisis

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring yang disadur dari laman <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/analisis> menyatakan bahwa analisis merupakan penyelidikan terhadap suatu peristiwa (karangan, perbuatan, dan sebagainya) untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya (sebab musabab, duduk perkaranya, dan sebagainya).

Analisis merupakan penguraian suatu pokok atas berbagai bagiannya dan penelaahan bagian itu sendiri, serta hubungan antar bagian untuk memperoleh pengertian yang tepat dan pemahaman arti keseluruhan (Prastowo dan Julianty, 2002: 52).

Arti kata analisis secara umum dapat diartikan sebagai kegiatan untuk menguraikan suatu inti bagian atau komponen sehingga mendapatkan hasil yang tepat dan pemahaman secara keseluruhan.

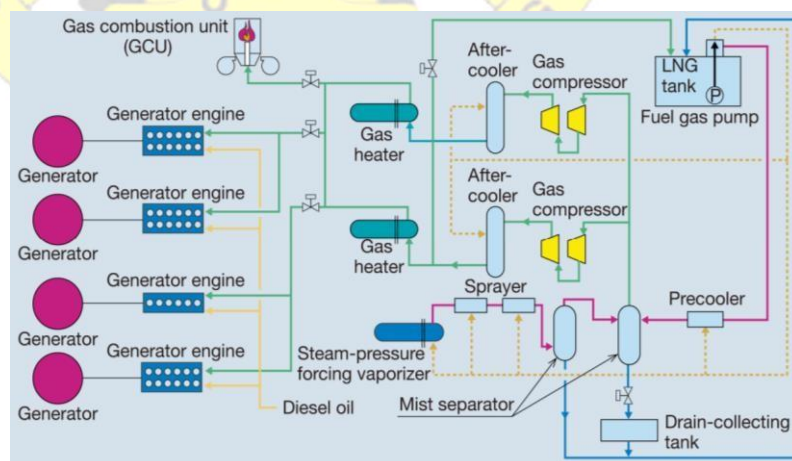
2.1.2. Kerusakan

Kerusakan memiliki kata dasar rusak, yang diartikan dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring yang disadur pada laman <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/rusak> memiliki arti sudah tidak sempurna (baik, utuh) lagi.

Pengertian kerusakan secara umum dapat diartikan sebagai suatu keadaan atau keterangan bagi subjek maupun objek yang mengalami penurunan nilai atau fungsi (kegagalan fungsi).

2.1.3. After-cooler

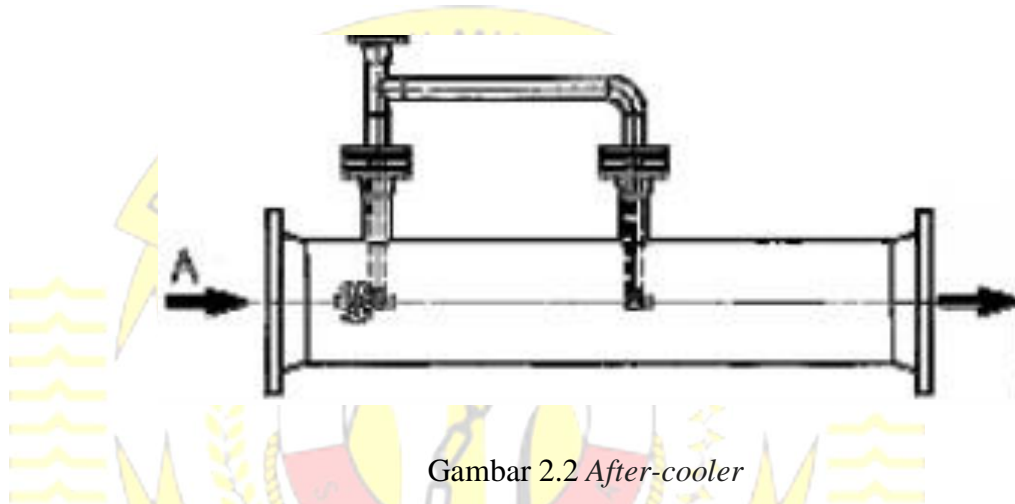
After-cooler adalah alat yang digunakan untuk menurunkan temperatur BOG atau *Boil-off Gas* hasil keluaran dari kompresor atau lebih tepatnya *Low Duty Compressor*. *After-cooler* juga digunakan untuk mengontrol jumlah LNG yang disemprotkan sesuai yang dibutuhkan (Numaguchi, 2009: 3). *After-cooler* adalah salah satu alat pengolah muatan menjadi bahan bakar.



Gambar 2.1 Skema sistem suplai gas

Sumber: MHI *Technical Review* Vol. 46 No. 1 (Mar. 2009)

Prinsip kerja dari *After-cooler* yakni menurunkan temperatur gas yang keluar dari *Low Duty Compressor*, dengan cara menyemprotkan atau mengkabutkan LNG yang dikirim dari *Fuel Gas Pump* di dalam cargo tank menuju *After-cooler* melalui *Fuel Gas Line*. Temperatur gas yang terkompresi menjadi panas, dengan temperatur kurang lebih 80 °C. Sedangkan temperatur gas yang dibutuhkan DFDE yakni antara 0 °C sampai 60 °C.



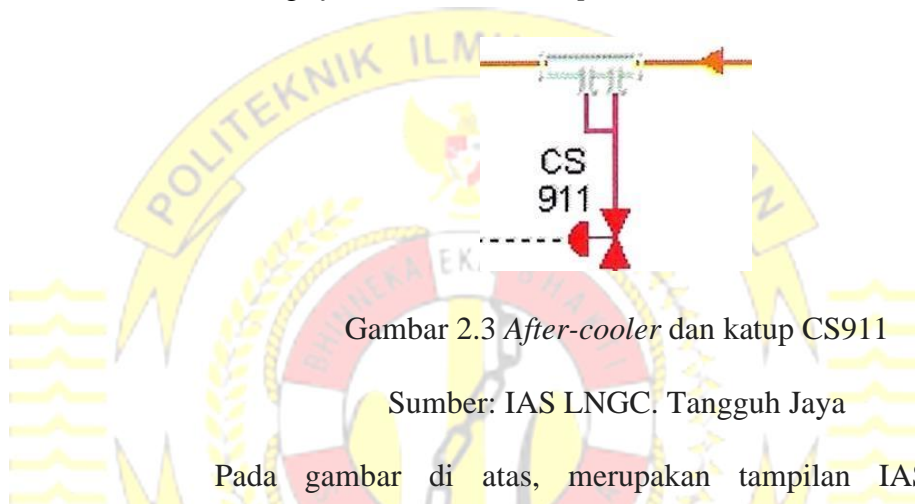
Gambar 2.2 *After-cooler*

Sumber: *Cryostar Process Machinery November 2007*

Sesuai Asas Black, dimana kedua zat dengan temperatur berbeda apabila dicampur akan menghasilkan temperatur akhir sesuai dengan rasio campuran zat tersebut. *After-cooler* tersebut akan mengontrol jumlah LNG yang perlu dikabutkan agar mencapai target yang telah ditentukan, sehingga tercapai temperatur gas yang dibutuhkan oleh DFDE.

Untuk mengontrol jumlah LNG yang akan dikabutkan, diperlukan sebuah *Pneumatic Diaphragm Control Valve* atau katup yang dikontrol secara komputerisasi melalui sistem IAS dan

dioperasikan menggunakan tekanan udara. LNGC. Tangguh jaya memiliki 2 (dua) *after-cooler* dengan rincian, 1 (satu) *after-cooler* untuk LD *Compressor* 1 dan 1 (satu) *after-cooler* untuk LD *Compressor* 2. Masing-masing *after-cooler* didukung oleh 1 (satu) *Pneumatic Diaphragm Control Valve* dengan rincian, CS910 untuk mendukung *after-cooler* LD *Compressor* 1 dan CS911 untuk mendukung *after-cooler* LD *Compressor* 2.



Gambar 2.3 After-cooler dan katup CS911

Sumber: IAS LNGC. Tangguh Jaya

Pada gambar di atas, merupakan tampilan IAS yang menunjukkan sistem *after-cooler* yang didukung katup CS911 pada sistem LD *Compressor* 2. Garis berwarna oranye merupakan jalur BOG atau disebut dengan *Vapour Line*. Kemudian terdapat garis berwarna merah jambu yang merupakan jalur *Fuel Gas* atau disebut dengan *Fuel Gas Line*.

2.1.4. LNGC.

Gas Carrier adalah kapal kargo yang dibangun atau dirancang untuk mengangkut segala jenis gas yang dicairkan dalam bentuk curah (IMO, 1993: 6). Sedangkan LNGC (*Liquefied Natural Gas Carrier*) atau disebut juga LNG *Tanker* atau LNG *Vessel*. LNG

Tanker adalah kapal tanker dengan tangki khusus yang dapat mengontrol temperatur muatan, yang dimaksudkan untuk mengangkut *Liquefied Natural Gas* (LNG) atau gas alam cair dalam jumlah besar atau curah akibat permintaan gas alam yang semakin meningkat (Bhuvan, 2019).

LNG *carrier* dibangun untuk mengangkut LNG dengan keadaan mendidih pada temperatur -162°C . Pengangkut LNG memiliki panjang hingga 305 m (1000 kaki) dan membutuhkan kedalaman air minimum 12 m (40 kaki) saat terisi penuh. Seluruh LNG *carrier* memiliki *double hull* atau lambung ganda sepanjang tempat muatan mereka, sehingga memberikan ruang untuk *ballast*.

LNG *carrier* pada umumnya terbagi menjadi 2 jenis menurut jenis tangki yang digunakan, di antaranya yakni jenis *Spherical Moss Tanks System* dan *Membrane Tanks System*.

2.1.4.1. *Spherical Moss Tanks System*



Gambar 2.4 *Moss Tanks System* LNGC.

Sumber: K-ENE

LNG *carrier* dengan jenis *Spherical Moss Tanks System* atau disebut juga *Independent Tank System*, memiliki tangki berbentuk bola yang didesain untuk dapat dipindahkan dari kapal. Nama *Moss* diambil dari perusahaan yang merancang sistem tersebut, yakni The Norwegian Company Moss Maritime

Umumnya kapal jenis ini memiliki 4-5 tangki. Tangki-tangki tersebut memiliki tekanan kerja sebesar 22 kPa. Tangki jenis ini dilengkapi dengan sistem isolasi yang memungkinkan untuk mendapat BOR sekitar 0,10% dari volume setiap harinya. Sebagian besar lapisan tangki diisolasi dengan bahan berbeda, di antaranya adalah: *glasswool* (wol kaca), *aluminium foil* dan busa.



Gambar 2.5 Sisi dalam *Moss Type Tanks*

Sumber: liquefiedgascarrier.com

2.1.4.2. Membrane Tanks System

Tangki membran adalah tangki yang tidak bisa mendukung operasinya sendiri yang terdiri dari *Primary Barrier* tipis (membran) yang disokong oleh isolasi yang menempel lambung kapal. Tangki membran juga membutuhkan *Secondary Barrier* (SIGTTO, 2016: 4).

LNG carrier dengan jenis *membrane tanks system* atau tangki membran, memiliki tangki berbentuk prisma. Biasanya kapal dengan tipe ini memiliki 4 tangki. Tangki-tangki tersebut dirancang secara permanen di kapal, berbeda dari *Moss Type* yang dapat dipindahkan atau diganti.



Gambar 2.6 GTT Mark III, LNGC. Tangguh Jaya

Sumber: [youtube.com/user/gohkichi0924](https://www.youtube.com/user/gohkichi0924)

LNG carrier jenis membran dirancang oleh dua perusahaan, yakni Gaztransport dan Technigaz. Gaztransport pernah mengembangkan tangki membran

yang disebut sebagai *NO System*. Sedangkan Technigaz mengembangkan *Mark I Containment System*. Hingga pada tahun 1994 keduanya bekerja sama dan berhasil merancang LNG carrier dengan nama tipe GTT Mark III. Salah satu kapal yang dibangun dengan rancangan GTT Mark III adalah LNGC. Tangguh Jaya.

Tangki membran memiliki 2 lapisan pelindung yang disebut *Primary Barrier* dan *Secondary Barrier*. *Primary Barrier* atau penahan utama, adalah lapisan yang berhubungan langsung dengan muatan, atau lebih mudahnya yaitu sisi dalam tangki yang terlihat. *Secondary Barrier* atau penahan kedua, adalah lapisan yang dibuat dari *aluminium foil* dan *glasswool*. Di antara *Primary Barrier* dan *Secondary Barrier*, terdapat *Inter Barrier Space* (IBS). IBS terdiri dari *plywood* dan *polyurethane foam*. Di antara *Secondary Barrier* dan *inner hull* atau lambung bagian dalam, terdapat *Insulation Space* (IS). IS terdiri dari *polyurethane foam*, *plywood*, dan elemen pengikat.

Insulation Space (IS) dan *Inter Barrier Space* (IBS) adalah ruang yang dapat mengembang dan mengempis untuk mengontrol tekanan gas dalam tangki. Yang disebut ruang adalah rongga-rongga pada *polyurethane foam* atau disebut juga dengan busa poliuretan. Rongga tersebut diisi

nitrogen yang terhubung dalam sistem nitrogen. Nitrogen tersebut diproduksi secara terus menerus menggunakan *Nitrogen Generator*. Tujuan dari IS dan IBS adalah untuk mencegah lambung kapal menyusut karena tekanan tangki turun, serta mencegah lambung kapal mengembang karena tekanan tangki naik.



Meskipun semua jenis tangki LNG *carrier* sudah diisolasi secara termal, LNG akan selalu menguap akibat kalor dari luar ke dalam tangki. Dalam LNG *carrier*, apabila *boil-off gas* terakumulasi dalam tangki, tekanan dalam tangki akan meningkat secara cepat. Untuk mengurangi tekanan tersebut, maka *boil-off gas* tersebut digunakan untuk bahan bakar mesin penggerak kapal atau dibakar dalam *gas combustion unit* (GCU).

LNG *carrier* memiliki zona berbahaya yang disebut sebagai *Gas Dangerous Zone*. Seluruh area yang memungkinkan terjadi kebocoran *vapour* atau uap gas, serta konsentrasinya termasuk dalam kondisi mudah terbakar, harus dianggap sebagai *Gas Dangerous Zone*. Seluruh peralatan yang terpasang atau digunakan di *area ini*, harus disesuaikan agar aman, dengan memiliki standar seperti IS (*Intrinsically Safe*) atau Ex (*Explosion proof*).



Gambar 2.8 Simbol Ex

Sumber: [wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ex_symbol.svg)

2.1.5. LNG

Sebagai pokok bahasan penelitian ini, pengertian LNG akan dijelaskan lebih lanjut dengan membedakan antara *Natural Gas* atau gas alam dan *Liquefied Natural Gas* (LNG) atau gas alam cair.

2.1.5.1. *Natural Gas*

Natural Gas atau Gas alam disebut juga sebagai gas bumi merupakan bahan bakar fosil berwujud gas dengan komposisi utama metana atau CH_4 (Gede Wibawa, 2013: B-53). Gas alam umumnya dianggap sebagai bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui. Gas alam dianggap sebagai bahan bakar fosil karena gas alam terbentuk dari sisa-sisa

hewan laut kecil dan tumbuhan yang mati 300 hingga 400 juta tahun yang lalu. (NEED, 2015: 27)

Metana merupakan hidrokarbon paling sederhana yang termasuk dalam golongan alkana. Reaksi oksidasi atau pembakaran metana (CH_4) dengan oksigen (O_2) akan menghasilkan karbon dioksida (CO_2) dan Air (H_2O). Hal ini yang membuat gas alam menjadi bahan bakar yang ramah lingkungan. Metana banyak digunakan sebagai bahan bakar utama pembangkit listrik. Negara-negara maju seperti Korea Selatan, Cina dan Jepang sudah menggunakan metana sebagai bahan bakar dapur. Metana juga digunakan sebagai bahan bakar kendaraan seperti mobil, truk, dan hingga kapal.

Metana tidak berbau, tidak berwarna, dan tidak beracun. Metana dapat meledak atau terbakar, apabila membentuk campuran dengan udara. Terdapat batas atas dan bawah di mana metana tersebut dapat meledak, yakni *Lower Explosion Limit* (LEL) dan *Upper Explosion Limit* (UEL). LEL adalah kondisi ketika konsentrasi metana dalam ruangan sebesar 5% dari volume ruangan tersebut. Sedangkan UEL adalah kondisi ketika konsentrasi metana dalam ruangan sebesar 16% dari volume ruangan tersebut. Sehingga ruangan tersebut akan terbakar atau meledak

dengan konsentrasi metana yang berkisar antara 5-16% dari volume ruangan tersebut.

Metana akan terbakar atau meledak dengan sendirinya tanpa pemicu, apabila temperaturnya mencapai 595 °C. Metana akan mendidih pada temperatur -162 °C atau yang disebut juga sebagai LNG. Kemudian metana akan membeku atau membentuk hidrat pada temperatur -182 °C.

2.1.5.2. *Liquefied Natural Gas*

Ketika berwujud cair, gas alam disebut dengan *Liquefied Natural Gas* (LNG), atau gas alam cair. LNG dibuat dengan cara memampatkan dan mendinginkan gas alam hingga temperatur -162 °C dengan massa jenis sebesar 0,430 ton/m³ hingga 0,470 ton/m³. Pada temperatur tersebut, gas alam berubah menjadi cair dan volumenya berkurang 600 kali lipat. Wujud tersebut lebih mudah disimpan daripada bentuk gas karena membutuhkan lebih sedikit ruang. LNG juga lebih mudah diangkut. Orang bisa memasukkan LNG ke dalam tangki khusus dan mengangkutnya dengan truk atau kapal (NEED, 2015: 30).

Liquefied Natural Gas (LNG) adalah gas alam berwujud cair yang bening, tidak berwarna, tidak berbau, tidak korosif, dan tidak beracun. Terbuat dari gas alam dan memiliki banyak kegunaan, di antaranya digunakan sebagai

bahan bakar untuk pembangkit listrik, pemanas industri dan rumah, dan sebagai bahan baku kimia (Bahadori, 2014: 591).

Ketika gas alam yang didinginkan sampai pada temperatur yang sangat rendah (-162°C). Pada temperatur ini, gas alam menjadi cairan tidak berbau dan tidak beracun yang dapat diangkut dengan aman dan efisien dalam jarak jauh ke lokasi yang tidak terlayani oleh pasokan pipa gas. Dengan kepadatan energi LNG yang tinggi dan biaya pasokan gas alam yang rendah dibandingkan dengan minyak bumi. Selain itu, penggunaan LNG juga dapat mengurangi polusi udara dan emisi gas rumah kaca, jika dibandingkan dengan bahan bakar fosil lainnya. (Northwest, 2012)

LNG memiliki massa jenis sekitar 42% dari air. Namun, massa jenis atau kualitas LNG berbeda-beda tergantung dari daerah penghasilnya. Massa jenis LNG bergantung pada komposisinya, semakin banyak komposisi metana maka akan semakin kecil massa jenis atau semakin bagus kualitas LNG tersebut, dan sebaliknya.

Manfaat LNG dalam bidang transportasi antara lain, LNG diproduksi di seluruh dunia dan di dalam negeri dengan biaya yang relatif rendah dan pembakaran yang

lebih bersih daripada bahan bakar diesel. Karena LNG memiliki kepadatan penyimpanan yang lebih tinggi, LNG merupakan alternatif yang lebih layak untuk bahan bakar diesel. Selain itu, LNG yang digunakan untuk sebagai bahan bakar mesin DFDE memiliki kadar polusi udara yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar minyak.

2.1.6. *Voyage*

Voyage merupakan sebuah bagian dari jalan lintasan atau perjalanan dan setiap pergerakan kapal dari satu tempat ke tempat lain termasuk dari satu tempat ke tempat lain dan kembali lagi ke tempat semula (Canada, 2005: 33).

Dalam Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Vol. 3, *voyage* adalah suatu hal yang tidak asing dalam dunia pelayaran. Dalam hukum maritim, merupakan waktu transit kapal dari satu tempat ke tempat lainnya (Faishal, 2019: 6064).

2.2. **Kajian Penelitian Terdahulu**

Pada hal ini mencakup isi bahasan pustaka yang berkaitan dengan masalah penelitian, berupa sajian hasil atau bahasan ringkas dari hasil temuan penelitian terdahulu yang relevan dengan masalah penelitian yang penulis laksanakan. Berikut ini disajikan hasil-hasil penelitian terdahulu sebagai perbandingan terhadap penelitian penulis.

Penelitian yang pertama dilakukan oleh Mario Miana (2010) yang berjudul, “*Calculation Models for Prediction of Liquefied Natural Gas*

Ageing during Ship Transportation” Penelitian ini dipusatkan pada program perhitungan mengenai prediksi LNG selama diangkut dalam kapal. Penelitian kedua dilakukan oleh Đorđe Dobrota (2013) yang berjudul, *”Problem of Boil-off in LNG Supply Chain”* Pada penelitian ini penulis memfokuskan pada masalah yang timbul akibat *Boil-off* pada rantai pengiriman LNG.

Tabel 2.1. Hasil kajian penelitian terdahulu

Peneliti	Judul Penelitian	Simpulan
Dwi Nugroho Yuniarto (2016)	Upaya Peningkatan Kinerja <i>Low Duty Compressor</i> Untuk Menunjang Penghematan Bahan Bakar Kapal LNG/C Golar Mazo	Sistem pengontrol kerja dan operasional <i>Low Duty Compressor</i> tidak bisa bekerja dengan baik, yang disebabkan kerusakan oleh peralatan–peralatan <i>controller</i> , Dan sulitnya melakukan perbaikan pada <i>controller</i> tersebut.
Hasil		
<p>Persamaan : Membahas tentang bahan bakar LNG <i>carrier</i>.</p> <p>Perbedaan : Penelitian yang dilakukan oleh Dwi Nugroho Yuniarto memfokuskan pada upaya meningkatkan efektivitas <i>low duty compressor</i> untuk menghemat bahan bakar, sedangkan penelitian yang</p>		

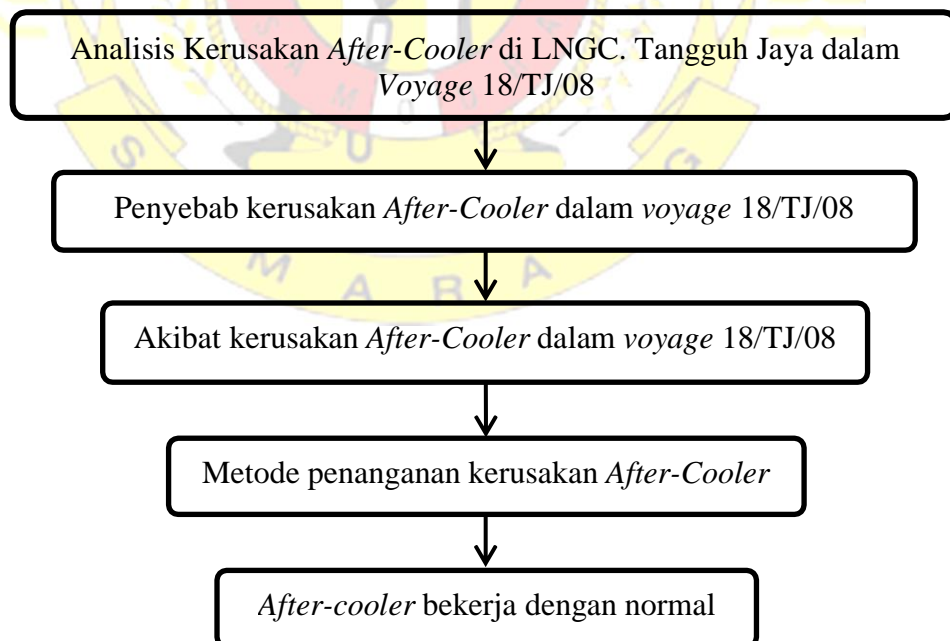
dilakukan oleh penulis membahas mengenai masalah yang terjadi pada peralatan pengolah muatan sebagai bahan bakar.

Peneliti	Judul Penelitian	Simpulan
Sigit Pradikta Ira (2017)	Upaya Menurunkan Tekanan pada Tangki Muatan Guna Kelancaran Proses Pemuatan di Kapal LPG/C Gas Walio	Suhu muatan yang panas menyebabkan naiknya tekanan dan suhu pada tangki muatan karena penguapan. Masalah ditangani dengan cara Melaksanakan pendinginan pada tangki muatan agar tekanan dan suhu tangki muatan sesuai dengan kondisi muatan yang akan dimuati.
Hasil		
<p>Persamaan : Muatan gas yang panas menyebabkan masalah dan penanganan dilakukan dengan pendinginan tangki</p> <p>Perbedaan : Penelitian yang dilakukan oleh Sigit Pradikta Ira membahas tentang muatan LPG, sedangkan penulis membahas mengenai masalah yang terjadi pada muatan LNG</p>		

Perbedaan kedua penelitian tersebut dengan penelitian milik penulis adalah fenomena yang terjadi dalam penelitian. Kedua penelitian tersebut memiliki persamaan dengan milik penulis yang berkaitan dengan masalah yang timbul di kapal pengangkut gas. Unsur baru yang ada dalam penelitian ini adalah, terjadi fenomena kerusakan *After-cooler* dalam sistem pengolah muatan sebagai bahan bakar di LNG *Carrier*.

2.3. Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir penelitian adalah pemaparan atau penjelasan tahapan pemikiran secara kronologis dalam menjawab atau menyelesaikan rumusan masalah penelitian yang didasarkan pada pemahaman teori dan konsep-konsep yang ada. Pada bagian ini, penulis akan menjelaskan Langkah-langkah yang digunakan penulis dalam menyelesaikan rumusan masalah penelitian dalam bentuk bagan sebagai berikut:



Gambar 2.9 Kerangka pikir penelitian

2.4. Definisi Operasional

Penggunaan istilah-istilah dalam bahasa asing maupun bahasa Indonesia akan banyak dijumpai pada pembahasan berikutnya. Untuk mempermudah dan menghindari kesalahpahaman, maka akan dijelaskan pengertian dari istilah-istilah sebagai berikut:

1. *Ballast Voyage* : *Voyage* dengan kondisi tangki muatan kosong.
2. *Laden Voyage* : *Voyage* dengan kondisi tangki muatan penuh.
3. *Fuel Gas* : Gas yang digunakan dalam pengolahan BOG sebagai bahan bakar.
4. *Fuel Gas Line* : Saluran pipa yang digunakan untuk *Fuel Gas*.
5. *Fuel Gas Pump* : Pompa yang digunakan untuk mengirim LNG untuk mengolah BOG sebagai bahan bakar.
6. *Boiling Point* : Temperatur ketika tekanan uap suatu cairan (termasuk gas cair) sama dengan tekanan atmosfer sekitar.
7. CTMS : *Custody Transfer Measurement System* adalah sistem terintegrasi dengan sensor yang digunakan untuk mengukur jumlah cairan yang dipindahkan dari suatu tempat ke tempat lainnya.
8. *Heel* : Jumlah muatan cair tersisa dalam tangki muatan kapal setelah dibongkar. Berfungsi untuk menjaga tangki muatan dingin ketika *ballast voyage* dengan sirkulasi melewati *Spray Nozzle*. *Heel*

juga digunakan sebagai bahan bakar penggerak.

9. *Vapour* : Uap gas atau uap muatan.
10. *Vapour Line* : Saluran pipa untuk *vapour* atau uap muatan maupun BOG.
11. *HD Compressor* : *High Duty Compressor* adalah alat yang terdapat pada kompresor kapal LNG yang berfungsi sebagai penghantar uap atau mengirimkan uap dari muatan LNG dalam tangki menuju ke darat.
12. *LD Compressor* : *Low Duty Compressor* adalah alat yang digunakan untuk menghantar uap atau mengirimkan uap LNG dari tangki muatan menuju GCU ketika tekanan tangki berlebihan atau DFDE sebagai bahan bakar.
13. *NBO separator* : Alat yang digunakan untuk menyaring *Natural Boil-off*,
14. *Pre-cooler* : Alat untuk mendinginkan BOG sebelum memasuki *LD Compressor* dengan cara menyemprotkan LNG dingin.
15. *After-cooler* : Alat untuk mendinginkan BOG setelah melewati *LD Compressor* dengan cara menyemprotkan LNG dingin.
16. *Heater* : Alat yang digunakan untuk menghangatkan BOG dengan panas dari *steam*.

17. GCU : *Gas Combustion Unit* adalah untuk membakar BOG berlebih yang tidak digunakan sebagai bahan bakar penggerak kapal.
18. DFDE : *Dual Fuel Diesel Electric* atau *Dual Fuel Diesel Engine*, adalah mesin berbahan bakar ganda, yang dapat dijalankan dengan bahan bakar gas dan cair.
19. *Control Valve* : Katup dengan besaran yang dapat dikontrol dalam bentuk persentase. Katup tersebut dikontrol melalui IAS.
20. *Gate Valve* : Katup yang hanya bisa membuka atau menutup saja. Katup tersebut dikontrol melalui IAS.
21. *MGO Mode* : Kapal berlayar dengan menggunakan MGO.
22. *Gas Mode* : Kapal berlayar dengan menggunakan bahan bakar BOG.
23. IAS : *Integrated Automation System* adalah sistem untuk mengotomatiskan dan mengintegrasikan sub sistem kapal untuk operasi yang efisien.
24. *IAS Alarm* : Pemberitahuan oleh IAS bahwa terdapat masalah pada suatu sistem.

BAB V

PENUTUP

5.1. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti mengenai analisis kerusakan *after-cooler* di LNGC. Tangguh Jaya dalam *voyage* 18/TJ/08, selanjutnya adalah merumuskan atau menyusun beberapa simpulan dari penelitian ini. Simpulan adalah hasil penelitian deduktif dari hasil penelitian yang dilakukan. Sesuai dengan uraian permasalahan yang telah peneliti paparkan pada bab sebelumnya, selanjutnya peneliti akan memberikan beberapa simpulan secara kronologis, jelas, dan singkat mengenai sebab dan akibat serta penanganan terhadap masalah yang dialami. Simpulan tersebut akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Dalam *voyage* 18/TJ/08 di LNGC. Tangguh Jaya, terjadi kerusakan atau mal fungsi sebuah *after-cooler* pada sistem LD nomor 2. Masalah tersebut disebabkan oleh kondisi muatan LNG yang sedang dimuat saat itu. Muatan saat itu merupakan LNG yang dimuat dari Pelabuhan Moresby, Papua Nugini. Karena karakteristik LNG dari Moresby tersebut, BOG yang dihisap oleh LD 2 menjadi sangat panas dan menyebabkan sistem *after-cooler* tidak dapat mendinginkan BOG tersebut sesuai setelan. *After-cooler* tersebut telah bekerja sebesar 100% namun masih belum bisa mencapai target setelan, sehingga alarm IAS berbunyi.

LNG di Moresby memiliki suhu rata-rata cairan $-159,9^{\circ}\text{C}$. Pada suhu tersebut, LNG akan cepat menguap dibuktikan dengan nilai *Boil-off Rate* atau BOR harian sebesar 0,164%. Ketika LNG tersebut menguap, maka tekanan dalam tangki meningkat, dan juga mempercepat kenaikan suhu LNG sesuai dengan prinsip Gay Lussac. Selain itu, *density* atau massa jenis LNG dari Moresby yang memiliki nilai sebesar $0,4667 \text{ ton/m}^3$, tergolong sebagai LNG yang berat. Sehingga, peralatan pengendalian muatan pada *voyage* 18/TJ/08 bekerja lebih berat dari biasanya.

Kemudian akibat yang ditimbulkan oleh mal fungsi tersebut Ketika Katup CS911 atau LD *After-cooler Spray Control Valve* memicu alarm IAS setelah *after-cooler* bekerja pada kapasitas 100% namun tidak dapat menurunkan suhu BOG sesuai setelan. G/E harus segera mengambil tindakan untuk menghindari terjadinya *Engine Trip*. *Engine Trip* tersebut dapat terjadi apabila suhu BOG yang dikirimkan ke DFDE tidak sesuai sehingga DFDE tidak dapat melakukan pembakaran dengan baik.

2. Sebagai Langkah penanganan masalah terhadap kerusakan *after-cooler* di LNGC. Tangguh Jaya dalam *voyage* 18/TJ/08 tersebut, dilakukan tindakan untuk meningkatkan laju *tank spray* pada tangki muatan nomor 3. Tangki tersebut merupakan tangki muatan yang digunakan sebagai wadah *heel*. Hal ini bertujuan untuk membuat *vapour* di dalam tangki bagian atas menjadi lebih dingin.

5.2. Saran

Saran merupakan sumbangan pemikiran peneliti sebagai alternatif terhadap upaya pemecahan masalah yang terkait dengan hasil penelitian. Dari beberapa simpulan di atas, maka Penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Diharapkan bagi pihak *charterer* untuk menghindari pemberian *Voyage Order* terhadap LNG *Carrier* bertenaga DFDE untuk memuat LNG di Pelabuhan Moresby, Papua Nugini. Selanjutnya pihak *charterer* memiliki alternatif dalam pemberian *Voyage Order* untuk memuat LNG di Pelabuhan Moresby terhadap LNG *Carrier* bertenaga *steam turbine*.
2. Diharapkan adanya evaluasi, untuk memperdalam pengetahuan mengenai dampak kualitas LNG terhadap kapal pengangkutnya. Hal ini peneliti sarankan agar kapal-kapal pengangkut LNG dapat bekerja dengan optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- "K" Line Energy Ship Management Co., Ltd., "About Our Company", "K" Line Energy Ship Management Co., Ltd. Online Website, http://www.klsm.co.jp/en_corporate/message.html, 29 Oktober 2020.
- Brèthes, B., 2007, *Cryostar Process Machinery*, Cryostar, Basel.
- Eka, 2016, *Kilang LNG Tangguh Train 3 Senilai USD 8 Miliar Capai FID*, Aktual.com, <https://aktual.com/kilang-lng-tangguh-train-3-senilai-usd8-miliar-capai-fid/>, 4 Agustus 2020.
- Entropy, 2020, *Energy and Exergy Evaluation of a Two-Stage Axial Vapour Compressor on the LNG Carrier*, MDPI, Vol. 22 No. 15, <https://www.mdpi.com/1099-4300/22/1/115>, 4 Agustus 2020.
- Fitri, Sutopo Purwono, 1998, "Perancangan Sitem Propulsi LNG Carrier Menggunakan Dual Fuel Diesel-Electric Sebagai Pengganti Steam Turbine Ditinjau dari Aspek Teknis dan Ekonomis", Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- IMO, 1993, *IGC Code: Internatiaonal Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (1993 Edition)*, MPG-Books, Bodmin.
- Ira, Sigit Pradikta, 2017, "Upaya Menurunkan Tekanan pada Tangki Muatan Guna Kelancaran Proses Pemuatan di Kapal LPG/C Gas Walio", Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Semarang.
- Jha, Bhuvan, 2019, *LNG Tankers – Different Types And Dangers Involved*, Marine Insight, <https://www.marineinsight.com/types-of-ships/lng-tankers-different-types-and-dangers-involved/>, 4 Agustus 2020.
- Kulitsa, Maksym dan David A. Wood, 2017, *Perfect Performance: Improving DFDE Low-duty Compressor Performance on FSRU with 700-mbarg Pressure-rated LNG Tanks*, Research Gate, researchgate.net/publication/322288350_Perfect_Performance_Improving_DFDE_Low-duty_Compressor_Performance_on_FSRU_with_700-mbarg_Pressure-rated_LNG_Tanks, 4 Agustus 2020.

- Mokhatab, Saeid (Ed.), 2014, *Handbook of Liquefied Natural Gas*, ScinceDirect, Chapter I, <https://www.sciencedirect.com/book/9780124045859/handbook-of-liquefied-natural-gas#book-info>, 4 Agustus 2020.
- Moleong, Lexy J., 2012. *Metodologi Penelitian Kualitatif*, PT.Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Numaguchi, Hajime dkk., 2009, *Japan's First Dual-Fuel Diesel-Electric Propulsion Liquefied Natural Gas (LNG) Carrier*, Mitsubishi Heavy Industries (MHI) Technical Review, Vol. 46 No. 1, <https://www.mhi.co.jp/technology/review/pdf/e461/e461001.pdf>, 4 Agustus 2020
- Prayoga, Dhanang Surya, 2016, “*Technical and Economic Analysis of Using Liquefied Natural Gas (LNG) in Small Marine Vessel On Mahakam Block Total E&P Indonesia*”, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Saachi, Alan, 2014, *Types of LNG Carriers*, Company of Master Mariners of Australia, <http://www.mastermariners.org.au/news-and-articles/archived-articles-2/1263-types-of-lng-carriers#>, 4 Agustus 2020.
- Samsung Heavy Industries, 2008, *Tangguh Jaya Cargo Operating Manual*, SHI, Seongnam-si.
- SIGTTO, 2016, *Liquified Gas Handling Principles 4th Edition*, Witherby Seamanship, London.
- U.S. Department of Energy, 2005, *Liquefied Natural Gas: Understanding The Basic Fact*, Office of Fossil Energy, <https://www.energy.gov/fe/downloads/liquefied-natural-gas-understanding-basic-facts>, 4 Agustus 2020.
- Wärtsilä, 2020, *LNG tanker*, Wärtsilä *Encyclopedia of Marine Technology*, <https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/lng-tanker>, 4 Agustus 2020.
- Yunianto, Dwi Nugroho, 2016, “*Upaya Peningkatan Kinerja Low Duty Compressor untuk Menunjang Penghematan Bahan Bakar Kapal LNG/C Golar Mazo*”, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Semarang.



LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

DAFTAR PERTANYAAN

1. Apakah pengertian LNG menurut anda?
2. Berapa lama anda berlayar di LNGC. Tangguh Jaya?
3. Apakah prosedur penanganan muatan telah berjalan dengan baik?
4. Apakah perawatan peralatan penanganan muatan telah berjalan dengan baik?
5. Apa yang sebenarnya terjadi ketika alarm IAS berbunyi pada tanggal 30 September 2018?
6. Apakah penyebab terjadinya masalah tersebut?
7. Bagaimana cara menangani masalah tersebut?
8. Apakah hal serupa pernah terjadi di LNGC. Tangguh Jaya?
9. Apakah LNGC. Tangguh Jaya pernah memuat di Pelabuhan Moresby, Papua Nugini sebelum *voyage* 18/TJ/08?

LAMPIRAN 2

DAFTAR RESPONDEN

NO.	NAMA	JABATAN	KETERANGAN
1.	Ivo Gregov	<i>Chief Officer</i> (C/O) LNGC. Tangguh Jaya	Responden I
2.	Damir Baric	<i>Gas Engineer</i> (G/E) LNGC. Tangguh Jaya	Responden II



LAMPIRAN 3

HASIL WAWANCARA

Responden 1 (C/O Ivo Gregov):

1. Apakah pengertian LNG menurut anda?

Jawab : *Liquefied Natural Gas* atau gas alam yang dicairkan untuk efisiensi dan efektifitas penyaluran. Gas ala ini didinginkan dan dikompresi hingga 600 kali lebih kecil dari ukuran asalnya. LNG diangkut dengan keadaan mendidih pada suhu $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2. Berapa lama anda berlayar di LNGC. Tangguh Jaya?

Jawab : Pada tahun 2008, saya turut serta dalam operasi peluncuran kapal ini. Pada saat itu, saya menjabat menjadi *Second Officer*.

3. Apakah prosedur penanganan muatan telah berjalan dengan baik?

Jawab : Sejauh ini, LNGC. Tangguh Jaya tidak pernah mendapat komplain dari pihak *buyer* akibat muatan. Kami berhasil menjaga suhu muatan tidak naik lebih dari $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4. Apakah perawatan peralatan penanganan muatan telah berjalan dengan baik?

Jawab : Peralatan selalu dicek secara berkala, kapal ini pernah mendapat poin observasi ketika inspeksi SIRE pada tahun 2011. Hal tersebut tidak pernah terulang lagi sampai saat ini.

5. Apa yang sebenarnya terjadi ketika alarm IAS berbunyi pada tanggal 30 September 2018?

Jawab : Alarm berbunyi karena *after-cooler* tidak dapat mendinginkan BOG sesuai pengaturan setelah bekerja dengan maksimal.

6. Apakah penyebab terjadinya masalah tersebut?

Jawab : Masalah itu terjadi karena BOG terlalu panas. Hal itu disebabkan oleh kualitas LNG yang kita muat dari Moresby lebih rendah daripada LNG dari Tangguh. Selama *voyage* 18/TJ/08, peralatan pengendalian muatan bekerja lebih berat. Hal itu disebabkan oleh muatan LNG yang memiliki suhu hangat dan massa jenis lebih besar.

7. Bagaimana cara menangani masalah tersebut?

Jawab : Master memberi arahan untuk meningkatkan *tank spray* agar *vapour* di tangki nomor 3 lebih dingin lagi.

8. Apakah hal serupa pernah terjadi di LNGC. Tangguh Jaya?

Jawab : Hal itu baru terjadi sekali seumur hidup saya, oleh karenanya saya perlu memanggil *Master* ketika masalah itu terjadi.

9. Apakah LNGC. Tangguh Jaya pernah memuat di Pelabuhan Moresby, Papua Nugini sebelum *voyage* 18/TJ/08?

Jawab : Pada November 2017, kapal ini mengangkut LNG dari Moresby untuk pertama kalinya pada *voyage* 17/TJ/13. Tidak terjadi masalah apapun *voyage* tersebut, namun kondisi muatan kurang lebih sama seperti pada *voyage* 18/TJ/08.

Responden 2 (G/E Damir Baric):

1. Apakah pengertian LNG menurut anda?

Jawab : Sesuai dengan kepanjangannya, LNG adalah gas alam yang diolah hingga menjadi wujud cair dalam kondisi mendidih pada suhu -162

°C. LNG ini tidak berbahaya selama kamu tidak menyentuhnya.

2. Berapa lama anda berlayar di LNGC. Tangguh Jaya?

Jawab : Saya *sign on* di kapal ini untuk pertama kalinya pada tahun 2012.

Sejak saat itu, saya menjadi G/E tetap hingga sekarang.

3. Apakah prosedur penanganan muatan telah berjalan dengan baik?

Jawab : selama saya berlayar, kapal ini tidak pernah menerima peringatan dari *charterer* karena kesalahan penanganan muatan.

4. Apakah perawatan peralatan penanganan muatan telah berjalan dengan baik?

Jawab : Saya sangat yakin dengan pekerjaan saya, bahkan *Chief Engineer* Vidas Branko yang hebat itu mengakui saya. Selama saya berlayar di sini, saya tidak pernah menerima poin observasi pada hal-hal yang saya tangani.

5. Apa yang sebenarnya terjadi ketika alarm IAS berbunyi pada tanggal 30 September 2018?

Jawab : Pada saat itu, *after-cooler* tidak dapat mendinginkan BOG dari LD menjadi 30 °C. akan tetapi, setelah saya teliti ternyata BOG tersebut masuk ke dalam LD pada suhu -115 °C yang seharusnya -120 °C. suhu BOG yang keluar dari NBO *mist separator* dan masuk ke LD, seharusnya tidak berbeda lebih dari 1 °C.

6. Apakah penyebab terjadinya masalah tersebut?

Jawab : Penyebab utamanya adalah muatan dari Moresby berat, panas, dan laju penguapannya sangat tinggi. Muatan ini merupakan yang paling panas dari muatan lain yang pernah saya jumpai. Kapal ini

dirancang untuk membawa LNG dari Tangguh, kemudian digunakan untuk mengangkut LNG dari Moresby yang panas.

7. Bagaimana cara menangani masalah tersebut?

Jawab : Saya sempat menduga bahwa hal ini terjadi karena sistem LD 2 sedang bermasalah. Pada saat itu saya sempat mengambil Tindakan untuk memindahkan sistem dari LD 2 menuju LD 1. Setelah berjalan selama ± 45 menit, Hal serupa terjadi di *after-cooler* LD 1. Kemudian *Master* menyarankan untuk kembali ke LD 2 dan meningkatkan laju *tank spray* untuk menurunkan suhu *vapour* dalam tangki nomor 3.

8. Apakah hal serupa pernah terjadi di LNGC. Tangguh Jaya?

Jawab : Hal itu adalah pengalaman pertama saya melihat *after-cooler* menyebabkan alarm IAS berbunyi.

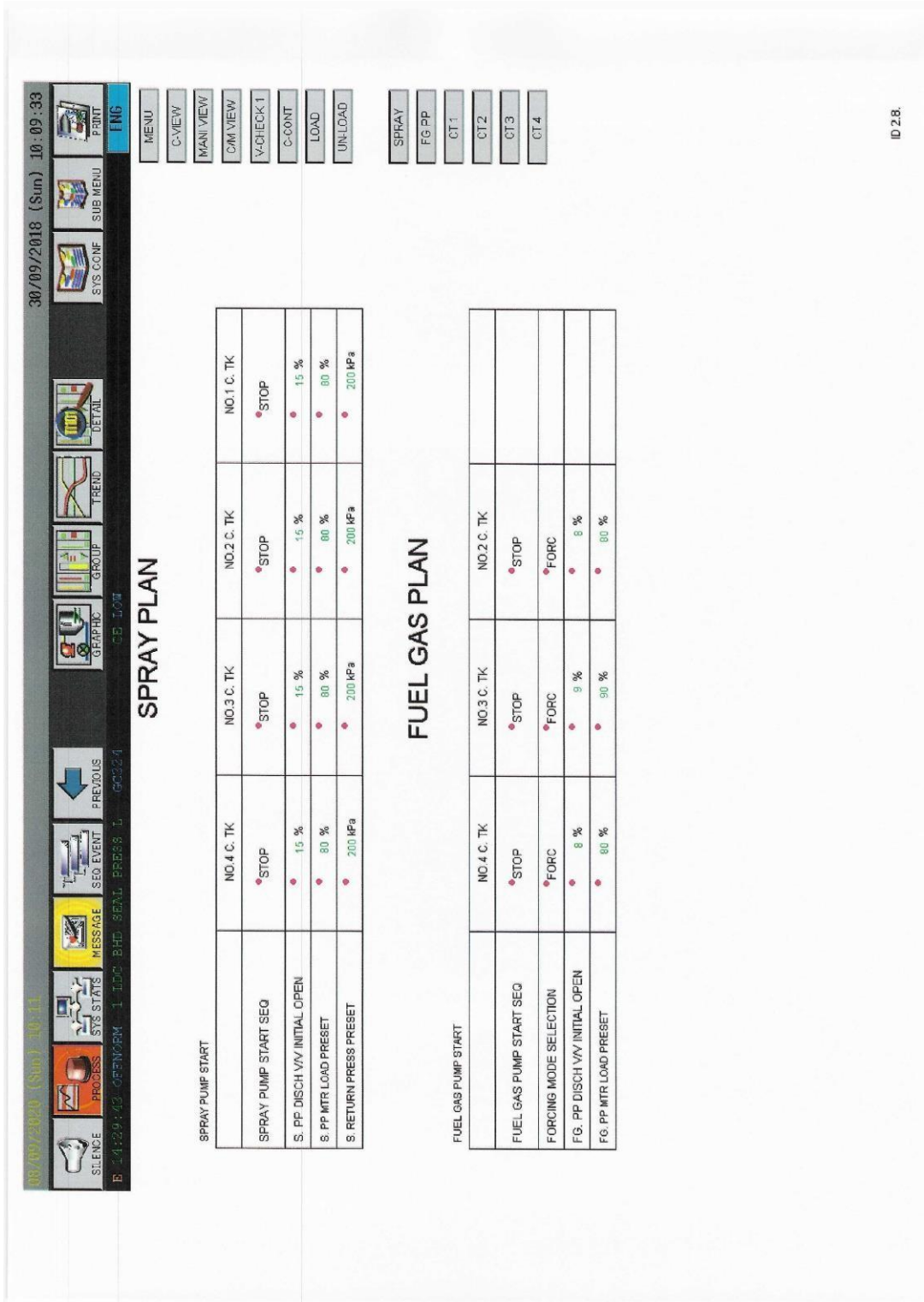
9. Apakah LNGC. Tangguh Jaya pernah memuat di Pelabuhan Moresby, Papua Nugini sebelum *voyage* 18/TJ/08?

Jawab : Kapal ini pernah mengangkut LNG dari Moresby pada tahun 2017. Akan tetapi saya tidak sedang berada di atas kapal pada saat itu.

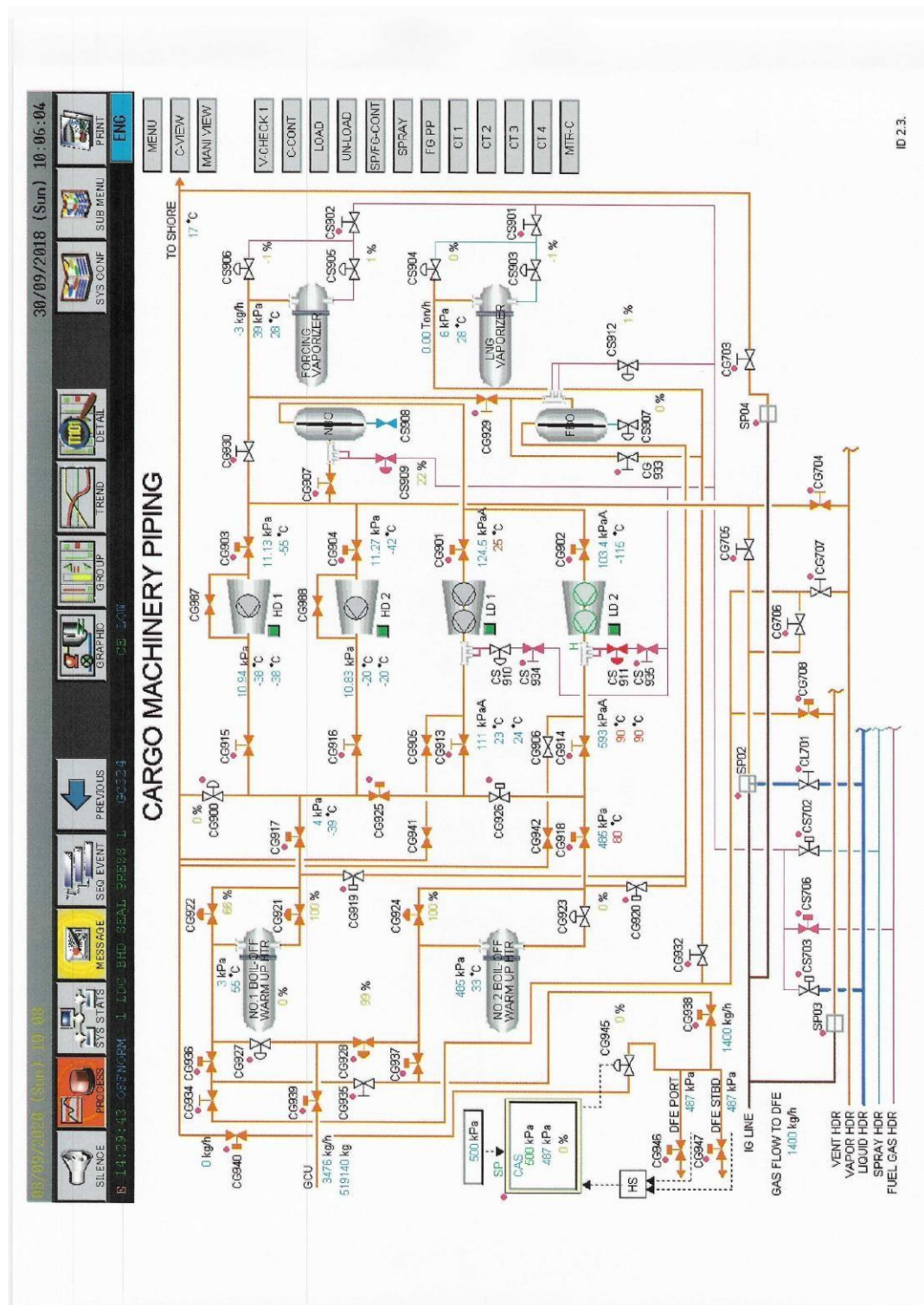
LAMPIRAN 4



LAMPIRAN 5



LAMPIRAN 6



LAMPIRAN 7

30/09/2018 (Sun) 10:07:33

ENG

PRINT

SUB MENU

SYS CONF

GRAPHIC

GROUP

TREND

DETAIL

SILENCE

PROGRESS

STG STATS

MESSAGE

SEQ EVENT

PREVIOUS

E 14:29:43 OFFNOX 1 DDC BRD 8EAU PRESS L 5-324

CE 104

CARGO VALVE CHECK LIST-2

NO.1

NO.2

NO.1

NO.2

CARGO MACH RM			
H/D COMP SUCT VV	CG903	CG904	
* H/D COMP DISCH VV	CG915	CG916	
H/D COMP ANTI-SURGE VV	CG987	CG988	
L/D COMP SUCT VV	CG901	CG902	
* L/D COMP DISCH VV	CG913	CG914	
L/D COMP ANTI-SURGE VV	CG905	CG906	
L/D AFT CLR SPRAY CONT VV	CG910	CG911	100%
L/D COMP SURGE ISO VV	CG941	CG942	0%
* L/D AFT CLR LIQUID SUPP VV	CG934	CG935	
GAS HTR SUCT VV	CG917	CG918	
GAS HTR SUCT FROM FBO VV	CG919	CG920	0%
GAS HTR INLET CONT VV	CG921	CG923	100%
GAS HTR BYPASS CONT VV	CG922	CG924	66%
GAS HTR OUT VV	CG936	CG937	
GAS HTR OUT TO GCU VV	CG927	CG928	0%

FWD/CROSSOVER/AFT			
* FORCAVAP SUCT VV	CS902		
FORCAVAP INLET CONT VV	CS905		1%
FORCAVAP BYPASS CONT VV	CS906		42%
* FORCAVAP OUT VV TO GHTR	CG929		
* FORCAVAP OUT VV TO COMP	CG930		
* LINGVAP SUCT VV	CS901		
LINGVAP INLET CONT VV	CS903		-1%
LINGVAP BYPASS CONT VV	CS904		0%
* LINGVAP SPRAY VV	CS9041		
* LINGVAP OUT VV TO VAP HDR	CG932		
* LINGVAP OUT VV TO GHTR	CG933		
* NBO INLET VV	CG907		
NBO CLR SPRAY CONT VV	CS909		22%
NBO MIST SEP CONT VV	CS908		
NBO MIST SEP VV	CG989		
NBO MIST SEP N2 VV	CG917		
FBO CLR SPRAY CONT VV	CS912		1%
FBO MIST SEP CONT VV	CS907		0%
HDC /LDC OUT ISO VV	CG925		
1/2 LDC OUT ISO VV	CG926		
* GHTR OUT XOVER ISO VV	CG935		
* GHTR OUT TO VAP HDR VV	CG934		
VAPOR RTN TO SHORE VV	CG900		0%
FG HDR PRESS RELIEF VV	CG9450		0%
FG RETURN TO VAP HDR ESD VV	CG940		
FG TO DFE ESD VV	CG938		
FG SUPP TO DFE(F) VV	CG946		
FG SUPP TO DFE(S) VV	CG947		
FG TO GCU ESD VV	CG939		

INDEX

20

TEMPLATE

PATTERN

CHECK OFF

MENU

Y-CHECK 1

C-VIEW

MANI VIEW

C/M VIEW

CT 1

CT 2

CT 3

CT 4

H/D 1

H/D 2

L/D 1

L/D 2

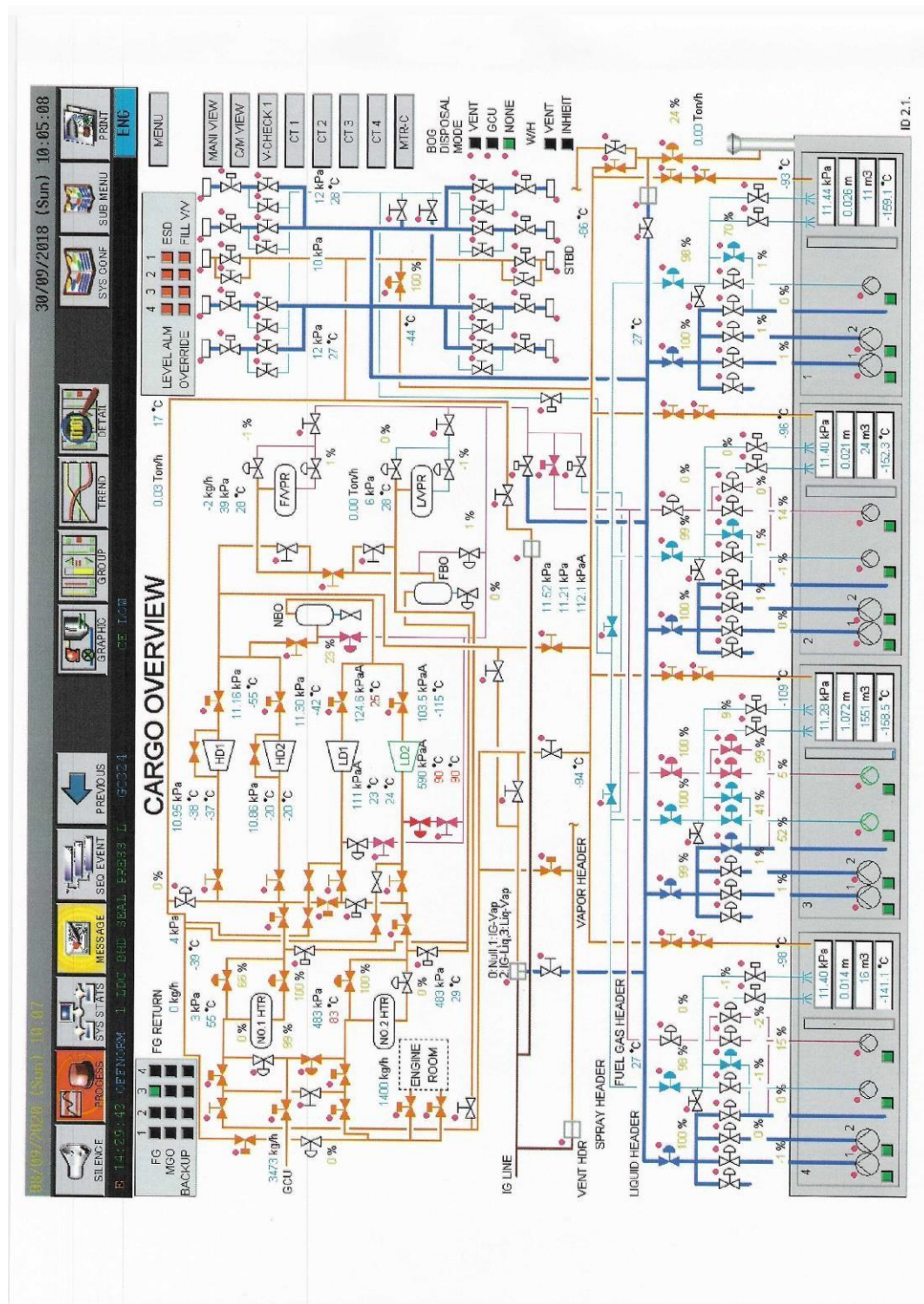
LINGV

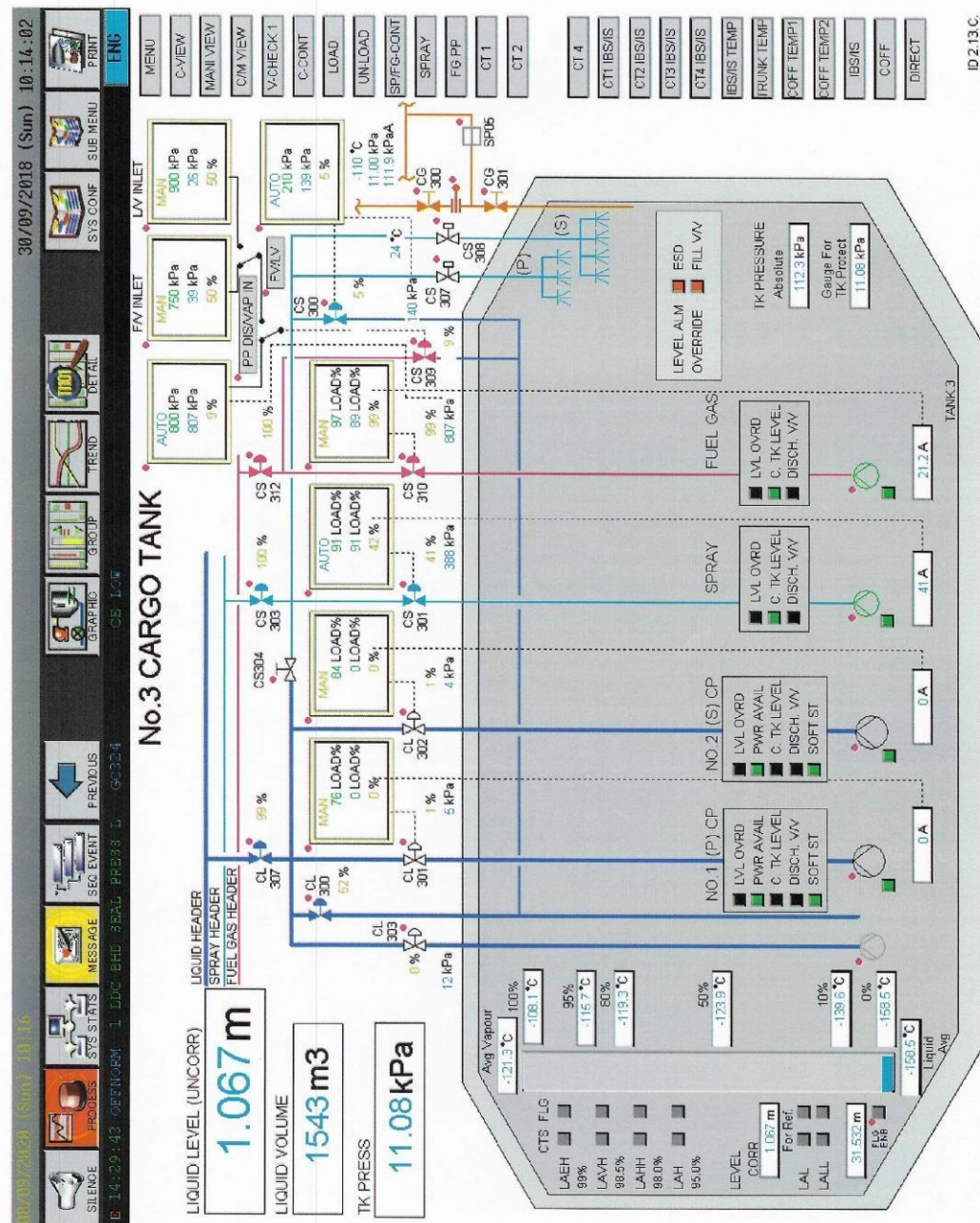
FV/FBO

GAS HTR

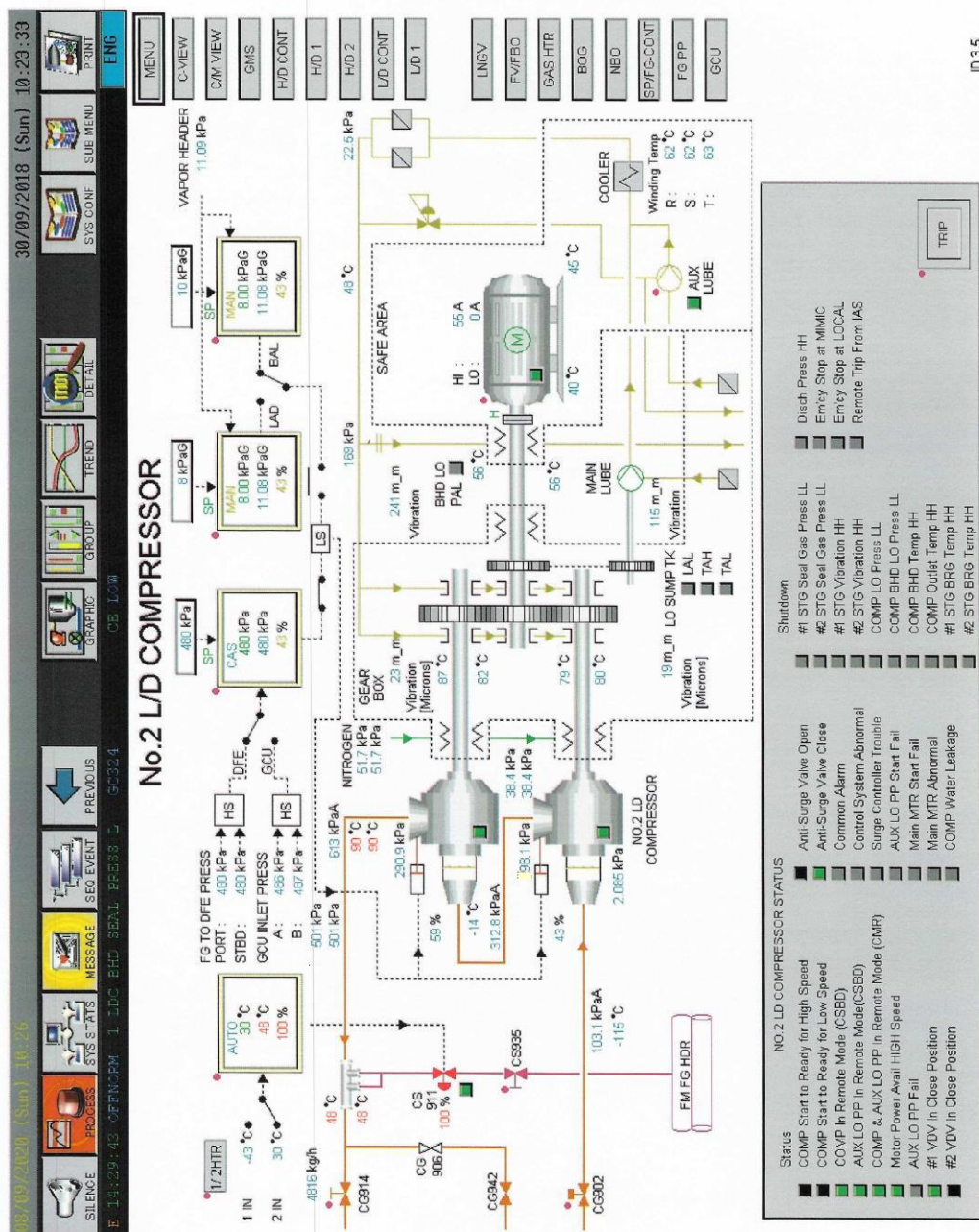
NBO

ID 2.4.2

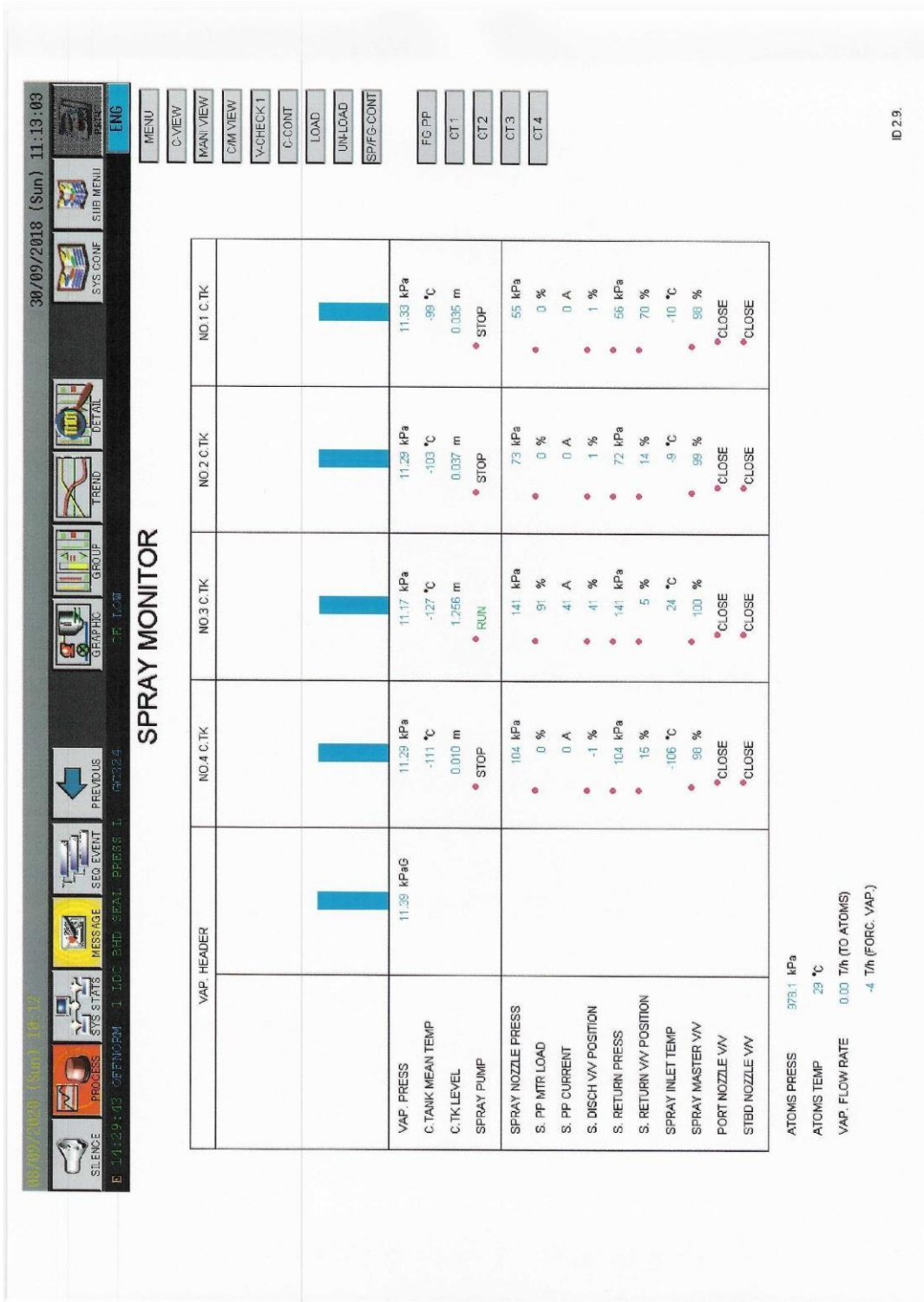




LAMPIRAN 10



LAMPIRAN 11



LAMPIRAN 12




CERTIFICATE OF QUALITY (LOADED LNG)

PORT OF LOADING : TANGGUH LNG PORT
CARGO NUMBER : 1811-TJ09-L-TH05
VOYAGE NUMBER : 18/TJ/09
DESTINATION : Shin Sendai, Japan
RETAIN SAMPLE BOMB NUMBER : BP-2250-CLS-041

Date : 21 - October - 2018
Sample bomb number : BP-2250-CLS-035
Sample taken during loading T / S : LNGC "TANGGUH JAYA" on 21 - October - 2018
From tanks : 071-TK-1001 & 1002

COMPONENT	Method	Specification	% Mol
Methane (CH ₄)	GPA 2261-00	Min. 85 % mol	96.75
Ethane (C ₂ H ₆)		N/R	2.26
Propane (C ₃ H ₈)		N/R	0.49
i - Butane (i-C ₄ H ₁₀)		Max. 2 % mol	0.09
n - Butane (n-C ₄ H ₁₀)			0.11
i - Pentane (i-C ₅ H ₁₂)		C5 & Heavier ≤ 0.10 %Mol	0.02
n - Pentane (n-C ₅ H ₁₂)			0.00
Hexane and heavier C ₆ +		N/R	-
Oxygen (O ₂)		N/R	0.00
Nitrogen (N ₂)		Max. 1 %	0.27
Carbon Dioxide (CO ₂)		-	0.01
Total Gross Heating Value, Btu/Scf	GPA 2145-09, ISO 6976-1999	1,020 - 1,170	1036.8
Hydrogen Sulfide, mg/Nm ³	ISO 19739-2004	≤ 5.0	Nil
Total Sulfur, mg/Nm ³	ISO 19739-2004	Max. 30	Nil

LABORATORY SECTION


 Alief Bakhtiar
 BF Laboratory Team Leader

LAMPIRAN 13



BP Berau Ltd.
Perk. Hijau Arkadia Tower D & E,
Jalan TB Simatupang Kav.88, Pasar Minggu
Jakarta Selatan 12520



LNG CALCULATION SHEET

Cargo No. : 1811-TJ09-L-TH05
Vessel : TANGGUH JAYA
Buyer : Tohoku Electric Power Company, Inc.

No : 099/TH05/2018
Date : 22 October 2018

1. DENSITY CALCULATION

Component	Molar Fraction (Xi)	Molecular Weight (Mi)	Molecular Mass (Xi * Mi)	Molar Volume (Vi)	Cubic M/ KG-Mole (Xi * Vi)
CH4	0.9675	16.0425	15.5211188	0.038097	0.0368588
C2H6	0.0226	30.0690	0.6795594	0.047909	0.0010827
C3H8	0.0049	44.0956	0.2160684	0.062461	0.0003061
I-C4H10	0.0009	58.1222	0.0523100	0.078312	0.0000705
N-C4H10	0.0011	58.1222	0.0639344	0.076837	0.0000845
I-C5H12	0.0002	72.1488	0.0144298	0.091678	0.0000183
N-C5H12	0.0000	72.1488	0.0000000	0.091541	0.0000000
N-C6H14	0.0000	86.1754	0.0000000	0.104846	0.0000000
N2	0.0027	28.0134	0.0756362	0.046781	0.0001263
O2	0.0000	31.9988	0.0000000	0.031438	0.0000000
CO2	0.0001	44.0095	0.0044010	0.027166	0.0000027
Total	1.0000		Σ(Xi * Mi) = 16.6274579		Σ(Xi * Vi) = 0.0385500

Vapor Temp. Before Loading = -4.2 Deg. (C) X_m = 0.9675
 Vapor Press. Before Loading = 108.9 kPa X_n = 0.0027
 Liquid Temp. After Loading = -160.4 Deg. (C) K₁ = 0.000127
 Loaded Volume, V = 152,644 m³ K₂ = 0.000273

Density (d) = $\Sigma(X_i * M_i) / [\Sigma(X_i * V_i) - ((K_1 + (K_2 - K_1) * X_n / 0.0425) * X_m)] = 432.80 \text{ Kg/m}^3$

2. GROSS HEATING VALUE CALCULATION

Component	(Hi) MJ / KG	(Xi * Mi * Hi)
CH4	55.575	862.586175
C2H6	51.951	35.303790
C3H8	50.369	10.883151
I-C4H10	49.388	2.583485
N-C4H10	49.546	3.167695
I-C5H12	48.950	0.706337
N-C5H12	49.045	0.000000
N-C6H14	48.715	0.000000
N2	0.000	0.000000
O2	0.000	0.000000
CO2	0.000	0.000000
Total		915.230633

H_m = $\Sigma(X_i * M_i * H_i) / \Sigma(X_i * M_i) = 55.0433 \text{ MJ/Kg}$
 H_v = $1.13285 * \Sigma(X_i * M_i * H_i) = 1,036.8 \text{ Btu/ Scf}$

3. ENERGY DELIVERED

Gross Quantity = $(V * d * H_m) / 1055.1$ = 3,446,430 MMBtu
 = 66,064.302 Metric Tons

Name	Company	Date	Signature
Sellers	Sony Lades Valery	BP Berau Ltd. on behalf of the Tangguh PSC Contractor Parties	22-Oct-18

LAMPIRAN 14

TAN28A

Delivery Notice

To (Charterer) : PNG LNG
 Vessel Name : TANGGUH JAYA
 Date : 16-Nov-2017
 Time (LT) : 06:00
 Time (UTC) : 20:00 15-Nov-2017
 Position : PNG LNG TERMINAL PBG

ROB		
Fuel Oil	(MT)	N/A
Gas Oil	(MT)	3385.3
Diesel Oil	(MT)	N/A
LNG	(M ³)	1145.565

Remark:


MASTER

Dalibor Grandic

SIGNATURE




LAMPIRAN 15

BC 3.0		PEMBERITAHUAN EKSPOR BARANG		
Nomor Pengajuan : 122300-000001-20181022-000085		Halaman 1 dari 3.		
HEADER	A. KANTOR PABEAN 1. Kantor Pabea Pemuat : 122300 KPPBC Babo 2. Kantor Pabea Ekspor : 122300 KPPBC Babo		H. KOLOM KHUSUS BEA DAN CUKAI 1. Nomor Pendaftaran : 000090 Tanggal : 22-10-2018 2. Nomor BC 1.1 : Tanggal : Pos/ Sub Pos :	
	B. JENIS EKSPOR : Ekspor biasa C. KATEGORI EKSPOR : Umum D. CARA PERDAGANGAN : Lainnya E. CARA PEMBAYARAN : pembayaran kemudian (open account) secara tunai			
	EKSPORTIR			PENERIMA
	1. Identitas : Npwp 15 Digit 01.668.958.0-081.000 2. Nama : BP BERAU LTD 3. Alamat : PERK. HUAU ARKADIA TOWER D & E, JL. TB SIMATUPANG KAV. 88, JAKARTA 4. NIPER : 5. Status : Lainnya			9. Nama : TOHOKU ELECTRIC POWER COMPANY, INC. 10. Alamat : 7-1 HONCHO 1 CHOME, AOBA-KU, SENDAI, MIYAGI 980-8550 JAPAN 11. Negara : JP - Japan
	PPJK 6. NPWP : 7. Nama : 8. Alamat :			PEMBELI 12. Nama : TOHOKU ELECTRIC POWER COMPANY, INC. 13. Alamat : 7-1 HONCHO 1 CHOME, AOBA-KU, SENDAI, MIYAGI 980-8550 JAPAN 14. Negara : JP - Japan
F. DATA PERDAGANGAN	DATA PENGANGKUTAN		DATA PELABUHAN/TEMPAT MUAT EKSPOR	
	15. Cara Pengangkutan : Laut 16. Nama & Bendera Sarana Pengangkut : TANGGUH JAYA (PA - Panama) 17. No. Pengangkut (Voy/ Flight/Nopol) : 18TJ09 18. Tanggal Perkiraan Ekspor : 22-10-2018		19. Pel. Muat Asal : IDNTI Bintuni, Irian Jaya 20. Pel./Tempat Muat Ekspor : IDNTI Bintuni, Irian Jaya 21. Pel. Bongkar : JPSDJ Sendai, Miyagi 22. Pel. Tujuan : JPSDJ Sendai, Miyagi 23. Negara Tujuan Ekspor : JP Japan	
	DOKUMEN PELENGKAP PABEAN		DATA TEMPAT PEMERIKSAAN	
	24. Nomor & Tgl Invoice : 1811-TJ09-L-TH05 22-10-2018 25. Nomor & Tgl Packing : 1811-TJ09-L-TH05 22-10-2018 26. Jenis, No & Tgl Dok. lainnya : B/L 099/TH05/2018 22-10-2018 Kantor Bea Cukai pendaftaran CK-5 : -		27. Lokasi Pemeriksaan : 1. Kawasan Pabea Tempat Muat 28. Kantor Pabea Pemeriksaan : 122300 KPPBC Babo 29. Gudang PLB :	
	DATA TRANSAKSI EKSPOR		DATA PENYERAHAN	
	31. Bank Devisa Hasil Ekspor : --Lihat Lembar Lanjutan-- 32. Jenis Valuta Asing : USD US Dollar 33. FOB : 34,855,814.4500		34. Freight : 697,116.29 35. Asuransi (LN/DN) : 72,883.51 36. Nilai Maklon (Jika Ada) : 0.0000	
	DATA PETI KEMAS		DATA KEMASAN	
	37. Jumlah Peti Kemas : 0 Peti Kemas/Kontainer 38. Nomor, Ukuran dan Status peti Kemas : -		39. Jenis, Jumlah dan Merek Kemasan : VQ / Bulk, liquefied gas (at abnormal temperature), 1	
	DATA BARANG EKSPOR			
	40. Berat Kotor (kg) : 66,064,302.0000	41. Berat Bersih (kg) : 66,064,302.0000		
42. No. 43. Pos Tarif/HS, uraian jumlah dan jenis barang secara lengkap, merk, tipe, ukuran, spesifikasi lain dan kode barang	44. HE barang dan Tarif BK pada tanggal pendaftaran	45. Jumlah & jenis sat. Berat Bersih (kg), Volume (m3)	46. - Negara Asal Barang 47. - Daerah Asal Barang	
f. 2711.11.00 LIQUEFIED NATURAL GAS 1 VQ/Bulk, liquefied gas (at abnormal temperature)		152,644.0000 MTQ/Cubic metre 66,064,302.0000 Kgm 152,644.0000 m3	- Indonesia - Kab. Teluk Bintuni	
49. Nilai tukar mata uang : 0.0000		DATA PENERIMAAN NEGARA		
		50. Nilai Bea Keluar : 0.00 51. Penerimaan Pajak Lainnya : 0.00		
G. TANDA TANGAN EKSPORTIR/ PPJK Dengan ini saya menyatakan bertanggung jawab atas kebenaran hal-hal yang diberitahukan dalam Pemberitahuan Ekspor Barang ini, serta bersedia dikenakan sanksi sesuai dengan ketentuan di bidang kepabeanan apabila terdapat kesalahan. BABO, 22-10-2018  DADIEK INDRWAN M				

LAMPIRAN 16



PNG LNG TERMINAL
ExxonMobil PNG LTD.

COPY

Master's Receipt of Documents from Terminal

Loading Port: Caution Bay, PNG LNG TERMINAL

Product Type: LIQUEFIED NATURAL GAS

LNG Tanker: TANGGUH JAYA

Cargo No.: PNG-PCIF01-2018-002

Voyage No.: 18/TJ/08

Unloading Port: One Or more Safe Port(s) FAR EAST,

Consignee: PetroChina International (Hong Kong) Corporation Limited

Documents	Master	
	Original	Copy
Bill of Lading	0	1
Certificate of Quantity	0	1
LNG Cargo Analysis Report	0	0
Certificate of Origin	0	1
Cargo Manifest	0	1
Sample Receipt (if applicable)	0	0

Date: 12-Sep-18

Master: Augusto Dobud
 Name


 Signature



LAMPIRAN 17



PNG LNG TERMINAL
ExxonMobil PNG LTD.

COPY

CERTIFICATE OF QUANTITY

Loading Port: PNG LNG TERMINAL

Product Type: LIQUEFIED NATURAL GAS IN BULK

LNG Tanker: TANGGUH JAYA

Cargo No: PNG-PCIF01-2018-002

Unloading Port: One Or more Safe Port(s) FAR EAST,

Consignee: PetroChina International (Hong Kong) Corporation Limited

Net Quantity: 151,967.000 m3 @ -159.9 °C

The foregoing is a correct statement of the total cargo of Liquefied Natural Gas delivered to the above-mentioned LNG Tanker.

Date: 12th day of September, 2018

Master: Augusto Dobud
Name

Signature



Terminal Representative: LAUFA LAVAI
Name

Signature




Customs Authority: MILDRED LAMI
Name

Signature




LAMPIRAN 18



TANGGUH LNG

SALES OPERATIONS & SHIPPING
HEAD OFFICE: JAKARTA (INDONESIA)



BP Berau Ltd.

**Report of measurement
Before Loading**

Ship Name
Date (DD-MM-YYYY)
Time (HH:MM)
Port Name
Berth Name
Voyage Number
Cargo Number
Cargo/Chief Officer

TANGGUH JAYA
11-09-2018
10:58
PNG LNG TERMINAL
PNG LNG TERMINAL
18/TJ/08
PNG-PCIF01-2018-002
IVO GREGOV

Trim	0.00	m	Even Keel	Automatic
List	0.01	°	to Stbd	Automatic
Average Liquid Temperature	-157.2	°C		
Average Vapor Temperature	-138.3	°C		
Average Vapor Pressure	109.7	kPa(a)		

	TANK1	TANK2	TANK3	TANK4
Level Measurements (m)	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic
No. 1	0.078	0.068	0.051	0.343
No. 2	0.078	0.069	0.051	0.346
No. 3	0.078	0.067	0.050	0.344
No. 4	0.078	0.068	0.051	0.347
No. 5	0.078	0.069	0.050	0.347
Average Level (m)	0.078	0.068	0.051	0.345
Trim Correction (m)	0.000	0.000	0.000	0.000
List Correction (m)	0.000	0.000	0.000	0.000
Corrected Level (m)	0.078	0.068	0.051	0.345

	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic
Temperature Measurements (°C)				
100%	-108.69 V	-110.52 V	-117.38 V	-124.20 V
95%	-141.43 V	-144.38 V	-141.50 V	-138.54 V
80%	-144.71 V	-146.21 V	-142.90 V	-139.79 V
50%	-146.27 V	-147.54 V	-144.21 V	-141.47 V
10%	-147.70 V	-148.39 V	-145.44 V	-143.94 V
0%	-156.48 L	-157.24 L	-155.31 L	-159.91 L

Average Vapor Temperature (°C)	-137.76	-139.41	-138.29	-137.59
Average Liquid Temperature (°C)	-156.48	-157.24	-155.31	-159.91

Vapor Pressure (kPa(a))	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic
	109.6	109.9	109.7	109.6

Volume (m³)	36.839	81.104	58.132	477.382
Volume Summed (m³)	653.457	(A)		

SHIP'S MASTER "K" LINE

BUYER(S) _____

SELLER(S) _____

SELLER(S) EMPRG LIMITED




SURVEYOR SGS

CUSTOMS _____




NAME A. DGBUD

LAUFA LAWA

KERENGA W




LAMPIRAN 19

  		Report of measurement After Loading	
SALES OPERATIONS & SHIPPING HEAD OFFICE : JAKARTA (INDONESIA)		BP Berau Ltd.	
Ship Name Date (DD-MM-YYYY) Time (HH:MM) Port Name Berth Name Voyage Number Cargo Number Cargo/Chief Officer	TANGGUH JAYA 12-09-2018 13:33 PNG LNG TERMINAL PNG LNG TERMINAL 18/TJ/08 PNG-PCIF01-2018-002 IVO GREGOV		
Trim	0.00	m	Even Keel
List	0.02	°	to Stbd
Average Liquid Temperature	-159.9	°C	Automatic
Average Vapor Temperature	-132.0	°C	Automatic
Average Vapor Pressure	110.4	kPa(a)	

	TANK1	TANK2	TANK3	TANK4
Level Measurements (m)	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic
No. 1	27.016	26.850	26.844	26.838
No. 2	27.011	26.857	26.857	26.847
No. 3	26.997	26.865	26.864	26.857
No. 4	27.012	26.856	26.855	26.845
No. 5	27.015	26.852	26.848	26.837
Average Level (m)	27.010	26.856	26.854	26.845
Trim Correction (m)	0.000	0.000	0.000	0.000
List Correction (m)	0.000	0.000	0.000	0.000
Corrected Level (m)	27.010	26.856	26.854	26.845

	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic
Temperature Measurements (°C)	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic
100%	-132.42 V	-132.40 V	-129.99 V	-133.12 V
95%	-159.87 L	-159.86 L	-159.77 L	-159.90 L
80%	-159.91 L	-159.86 L	-159.92 L	-159.91 L
50%	-159.88 L	-159.87 L	-159.92 L	-159.89 L
10%	-159.90 L	-159.89 L	-159.90 L	-159.91 L
0%	-159.89 L	-159.80 L	-159.76 L	-159.88 L
Average Vapor Temperature (°C)	-132.42	-132.40	-129.99	-133.12
Average Liquid Temperature (°C)	-159.89	-159.86	-159.85	-159.90
Vapor Pressure (kPa(a))	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic
	110.2	110.6	110.3	110.3
Volume (m³)	20,094.202	44,177.813	44,181.025	44,167.016
Volume Summed (m³)	152,620.056	(B)		

SHIP'S MASTER	COMPANY	NAME
	"K" LINE	A. DOBUD
BUYER(S)		
SELLER(S)		
SELLER(S)	EMPRG LIMITED	LAUFA LAVA
SURVEYOR	SGS	KERENG W.
CUSTOMS		

LAMPIRAN 20



TANGGUH LNG
SALES OPERATIONS & SHIPPING
HEAD OFFICE: JAKARTA (INDONESIA)
P.O. BOX 1063 / JAKARTA 10010



**Certificate of measurement
AFTER LOADING**

Ship Name **TANGGUH JAYA**
Port Name **PNG LNG TERMINAL**
Berth Name **PNG LNG TERMINAL**
Voyage Number **18/TJ/08**
Cargo Number **PNG-PCIF01-2018-002**
Cargo/Chief Officer **IVO GREGOV**

BEFORE LOADING

Date (DD-MM-YYYY)

11-09-2018

Time (HH:MM)

10:58

Trim

0.00 m Even Keel Automatic

List

0.01 ° to Stbd Automatic

Average Liquid Temperature

-157.2 °C

Average Vapor Temperature

-138.3 °C

Average Vapor Pressure

109.7 kPa(a)

Average Level (m)

0.078

Trim Correction (m)

0.000

List Correction (m)

0.000

Corrected Level (m)

0.078

Average Vapor Temperature (°C)

-137.76

Average Liquid Temperature (°C)

-156.48

Vapor Pressure (kPa(a))

109.6

Volume (m³)

36.839

Volume Summed (m³)

653.457 (A)

TANK1	TANK2	TANK3	TANK4
0.078	0.068	0.051	0.345
0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000
0.078	0.068	0.051	0.345
-137.76	-139.41	-138.29	-137.59
-156.48	-157.24	-155.31	-159.91
109.6	109.9	109.7	109.6
36.839	81.104	58.132	477.382
653.457	(A)		

AFTER LOADING

Date (DD-MM-YYYY)

12-09-2018

Time (HH:MM)

13:33

Trim

0.00 m Even Keel Automatic

List

0.02 ° to Stbd Automatic

Average Liquid Temperature

-159.9 °C

Average Vapor Temperature

-132.0 °C

Average Vapor Pressure

110.4 kPa(a)

Average Level (m)

27.010

Trim Correction (m)

0.000

List Correction (m)

0.000

Corrected Level (m)

27.010

Average Vapor Temperature (°C)

-132.42

Average Liquid Temperature (°C)

-159.89

Vapor Pressure (kPa(a))

110.2

Volume (m³)

20,094.202

Volume Summed (m³)

152,620.056 (B)

TANK1	TANK2	TANK3	TANK4
27.010	26.856	26.854	26.845
0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000
27.010	26.856	26.854	26.845
-132.42	-132.40	-129.99	-133.12
-159.89	-159.86	-159.85	-159.90
110.2	110.6	110.3	110.3
20,094.202	44,177.813	44,181.025	44,167.016
152,620.056	(B)		

VOLUME LOADED (m³)**151,967 (B-A)**

SHIP'S MASTER

COMPANY
"K" LINE

NAME

A. DOBUJ

BUYER(S)

SELLER(S)

SELLER(S)

EMPNE LIMITED

SURVEYOR

JGS

CUSTOMS

LAUFA LAUFA

KERENG W

PNG LNG LTD
OIL, GAS & CHEMICAL



LAMPIRAN 21



Page 7
OFFICE: SGS PNG Limited
PHONE #: +675 323 1433

OPENING CUSTODY TRANSFER REPORT - PRIMARY

Terminal / Port :	PNG LNG TERMINAL, Port Moresby	Clients :	ExxonMobil PNG Ltd / PetroChina
Vessel Name :	TANGGUH JAYA	Reference :	PNG-PCIF01-2018-002
Voyage :	002	SGS File # :	PG 1800--
		Date :	11/09/18
		Time :	10:58

TEMPERATURES

Tank Number	1		2		3		4					
Temperature °C	LIQ	VAP	LIQ	VAP	LIQ	VAP	LIQ	VAP	LIQ	VAP	LIQ	VAP
Temp Probe 1		-108.69		-110.52		-117.38		-124.20				
Temp Probe 2		-141.43		-144.38		-141.50		-138.54				
Temp Probe 3		-144.71		-146.21		-142.90		-139.79				
Temp Probe 4		-146.27		-147.54		-144.21		-141.47				
Temp Probe 5		-147.70		-148.39		-145.44		-143.94				
Temp Probe 6	-156.48		-157.24		-155.31		-159.91					
Average Temp °C	-156.48	-137.76	-157.24	-139.41	-155.31	-138.29	-159.91	-137.59				
Average Liquid Temperature °C =	-157.2				Average Vapor Temperature °C =				-138.3			
Tank Equator Temp °C												

PRESSURES

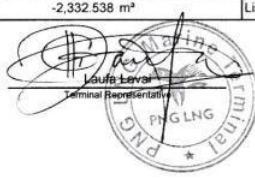
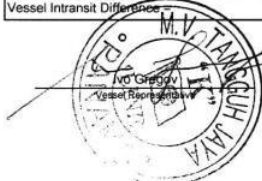
Tank Vapor Pressure	109.6	109.9	109.7	109.6				
Pressure Unit Types :	MMHG	KG/CM2	PSI	PSIA	BAR	MBAR	KPA	ATM
Average Vapor Pressure =	109.7		kPa	Atmospheric Pressure =		1008		
						MBAR		

GAUGES

Primary Gauging System =	Emerson Process Management				Secondary Gauging System =	Whessoe		
Gauging System Type	PRIMARY	PRIMARY	PRIMARY	PRIMARY				
Gauge Height (m)	27.760	27.732	27.730	27.734				
Average Gauge (m)	0.078	0.068	0.051	0.345				
Density Corr. (m)	0.000	0.000	0.000	0.000				
Tape Corr. (m)	0.000	0.000	0.000	0.000				
Trim Corr. (m)	0.000	0.000	0.000	0.000				
List Corr. (m)	0.000	0.000	0.000	0.000				
Corrected Gauge (m)	0.078	0.068	0.051	0.345				

VOLUMES

Tank Capacity (m³)	20,464.556	44,910.812	44,921.535	44,905.372			
Tank Volume (m³)	36.839	81.104	58.132	477.382			
Thermal Correction	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000			
Corrected Volume (m³)	36.839	81.104	58.132	477.382			
Vessel Volume C.C.T. Last Port =	2,985.995 m³				Forward Draft =	8.80	m
Vessel Volume O.C.T. Loading Port =	653.457 m³				Aft Draft =	9.20	m
Vessel Intransit Difference	-2,332.538 m³				List =	0.01 STBD	Degrees



Chrysander Sini / Kerenga C. Waim
SGS

LAMPIRAN 22

TAN09



TANGGUH LNG

BP Berau Ltd
HEAD OFFICE JAKARTA, INDONESIA
P.O. BOX 1961 / JAKARTA 10010



NOTICE OF READINESS

Ships name : TANGGUH JAYA
Terminal : PNG LNG
Cargo No. : PNG-PCIF01-2018-002
Voyage No. : 18/TJ/08

To: PNG LNG

I hereby tender you the m.v "TANGGUH JAYA"

as ready to commence cool-down and loading cargo at PNG LNG

at position PILOT STATION (SAFE WAITING AREA)

at 00:01 LT on the 11-Sep-2018.

Master Augusto Dobud



Accepted by

Date/Time : 11-SEPT-18 @ 0925hrs (LT)

Name : NONNIE-ERI

Position : LOADING MASTER

Signature :



For Receipt Only
Without Prejudice

LAMPIRAN 23

TAN09



NOTICE OF READINESS

Ships name : TANGGUH JAYA
Terminal : PNG LNG
Cargo No. : PNG-JERD01-2017-005

Voyage No. : 17TJ13

To: PNG LNG

I hereby tender you the m.v. "TANGGUH JAYA"

as ready to commence loading cargo at PNG LNG TERMINAL

at position PNG LNG - PBG

at 06:00 LT on the 16-Nov-2017.

Master : Dalibor Grandic

Accepted by

Date/Time : 17-11-17 0932

Name : Jason Jacobson

Position : Loading Master



For Receipt Only
Without Prejudice

LAMPIRAN 24



PNG LNG TERMINAL
ExxonMobil PNG Limited

Master's Receipt of Documents from Terminal

Loading Port : PNG LNG TERMINAL

Product Type : LIQUEFIED NATURAL GAS IN BULK

LNG Tanker : Tangguh Jaya

Cargo No. : PNG-JERD01-2017-005

Voyage No. : V001

Unloading Port : ONE OR MORE SAFE PORT(S), JAPAN

Consignee : JERA Co., Inc.

Documents	Master	
	Original	Copy
Bill of Lading for Disport Delivery	0	1
Certificate of Quantity	0	1
LNG Cargo Analysis Report	0	0
Certificate of Origin	0	1
Cargo Manifest	0	1
Sample Receipt (If applicable)	0	0


Date : 18 November 2017

Master : Capt. D. Grandic
Name

Signature




LAMPIRAN 25



TANGGUH LNG

SALES OPERATIONS & SHIPPING
HEAD OFFICE: JAKARTA (INDONESIA)



bp

BP Berau Ltd.

**Report of measurement
After Loading**

Ship Name
Date (DD-MM-YYYY)
Time (HH:MM)
Port Name
Berth Name
Voyage Number
Cargo Number
Cargo/Chief Officer

TANGGUH JAYA
18-11-2017
05:30
PNG LNG TERMINAL
PNG LNG TERMINAL
17/TJ/13
PNG-JERD01-2017-005
PANDU J.B

Trim
List
Average Liquid Temperature
Average Vapor Temperature
Average Vapor Pressure

0.05 m by Stern Automatic
0.00 ° Upright Automatic
-159.9 °C
-127.3 °C
111.4 kPa(a)

Level Measurements (m)	TANK1	TANK2	TANK3	TANK4
No. 1	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic
No. 2	27.016	26.844	26.855	26.855
No. 3	27.004	26.839	26.851	26.846
No. 4	27.015	26.850	26.862	26.862
No. 5	27.019	26.849	26.867	26.862
Average Level (m)	27.002	26.851	26.865	26.861
	27.011	26.847	26.860	26.857

Trim Correction (m)	TANK1	TANK2	TANK3	TANK4
List	-0.002	-0.004	-0.004	-0.004
Corrected Level (m)	0.000	0.000	0.000	0.000
	27.009	26.843	26.856	26.853

Temperature Measurements (°C)	TANK1	TANK2	TANK3	TANK4
100%	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic
95%	-132.92 V	-129.00 V	-125.93 V	-121.31 V
80%	-159.90 L	-159.89 L	-159.89 L	-160.09 L
50%	-159.96 L	-159.92 L	-160.00 L	-160.03 L
10%	-159.90 L	-159.96 L	-159.96 L	-159.79 L
0%	-159.86 L	-159.93 L	-159.94 L	-159.77 L
	-159.90 L	-159.91 L	-159.94 L	-159.80 L

Average Vapor Temperature (°C)	TANK1	TANK2	TANK3	TANK4
Average Vapor Temperature (°C)	-132.92	-129.00	-125.93	-121.31
Average Liquid Temperature (°C)	-159.90	-159.92	-159.95	-159.90

Vapor Pressure (kPa(a))	TANK1	TANK2	TANK3	TANK4
Vapor Pressure (kPa(a))	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic
	111.2	111.6	111.4	111.2

Volume (m³)	TANK1	TANK2	TANK3	TANK4
Volume (m³)	20,093.590	44,164.015	44,183.149	44,175.503
Volume Summed (m³)	152,616.257	(B)		

SHIP'S MASTER KLING

BUYER(S) _____

SELLER(S) EMPNG

SELLER(S) _____


SURVEYOR _____

CUSTOMS _____

COMPANY KLING

NAME D. GRANIC

Jason Jacobson



LAMPIRAN 26

KLQSMS-Y-B-06

Seafarer's Appraisal Report

SHIP NAME: TANGGUH JAYA

(1) PERSONAL DATA

DATE OF BIRTH: YEAR MONTH DAY
1 9 7 6 0 1 1 6 NAME: FIRST MIDDLE FAMILY
DAMIR BARIC

NATIONALITY CODE: H R V RANK CODE: G E N G COMPANY'S CADETSHIP: YES ☐ NO ☒

(2) LICENSE OF COMPETENCY

LICENSE CODE (National COC): CLASS I / II / III / IV 2 2 0 CLASS I / II / III / IV

LICENSE CODE (Flag License): CLASS I / II / III / IV 2 2 0 CLASS I / II / III / IV

(3) HISTORY OF SEA SERVICE

ON DATE <YY/MM/DD>	OFF DATE <YY/MM/DD>	SHIP NAME	GROSS TONNAGE	PROP. POWER KW or PS	VESSEL TYPE CODE	RANK CODE	MANNING COMPANY	OPERATOR
19	3	4	TANGGUH JAYA	97,897	24950 PS	LNG	EOFF OSM	K-ENE

(4) PERSONAL CHARACTER / PARTICULAR MATTER * To be marked (✓) into a column to fulfill

	Excellent	Good	Average	Below Average	COMMENT on Personal "Strength & Weakness" and others
Sense of responsibility	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Responsibility towards designated duties, seriousness to job matters
Activity	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Participation in ship's affairs, whether active or passive approach
Cooperation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Willingness to work with others in harmony
Patience	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tolerant to withstand any inconvenience without complaint
Honesty	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Honorable in principles and actions
Loyalty	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Faithful, attitude of attachment & commitment to the company

(5) EVALUATION FOR NEXT ASSIGNMENT * To be marked (✓) into a column to fulfill

☐ 1. NOT RECOMMEND FOR ASSIGNMENT

☐ 2. QUESTIONABLE FOR NEXT ASSIGNMENT

☐ 3. ANOTHER ASSIGNMENT FOR FURTHER REVIEW

☒ 4. POSITIVE RECOMMEND FOR NEXT ASSIGNMENT

COMMENT ON ABOVE EVALUATION * Your comment MUST be applied, if you evaluate as 1 or 2 above

Damir is hard working and reliable person.

(6) EVALUATION / ABILITY FOR PROMOTION (even if no higher grade license) * To be marked (✓) into a column to fulfill


EVALUATION FOR PROMOTION	ABILITY OF PROMOTION (to Next Rank)	Excellent	Good	Average	Below Average
NEXT RANK TO: N/A	KNOWLEDGE FOR THE NEXT RANK	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 1. NEGATIVE	SKILL FOR THE NEXT RANK	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 2. PREMATURE	ASPIRATION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 3. RECOMMEND	LEADERSHIP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

COMMENT ON ABOVE EVALUATION to PROMOTION

LAMPIRAN 27

 KLQSMS-Y-B-06

Seafarer's Appraisal Report

JUDGMENT BY:	AT HALF TERM	Signature:	AT FINAL MONTH	Signature:
<input type="checkbox"/> 1. MASTER <input checked="" type="checkbox"/> 2. CHIEF ENGINEER <input type="checkbox"/> 3. SUPERINTENDENT		(RANK) _____ (NAME IN CAPITAL LETTERS) _____ DATE OF ENTRY: _____		 (RANK) _____ (NAME IN CAPITAL LETTERS) _____ DATE OF ENTRY: 1-Jul-2018

(7) ENCIRCLE / HIGHLIGHT THE APPROPRIATE CORRESPONDING EVALUATION FOR EACH ITEM AND SUM UP THE POINTS

1. ABILITY FOR PRESENT RANK	KNOWLEDGE SKILL DILIGENCE STRENGTH	8 12 4 4	6 9 3 3	2 3 1 1	0 0 0 0	
	SUB TOTAL		25			(28)
2. PERFORMANCE OF JOB	ATTITUDE ON DUTY EXECUTION OF ORDER DEPENDABILITY LEADERSHIP or LEADERSHIP POTENTIAL	8 8 8 4	6 6 6 3	2 2 2 1	0 0 0 0	
	SUB TOTAL		25			(28)
3. QUALITY & SAFETY MANAGEMENT SYSTEM	KNOWLEDGE OF KLQSMS EMERGENCY ABILITY ENGLISH	4 4 4	3 3 3	1 1 1	0 0 0	
	SUB TOTAL		12			(12)
4. EXPECTATIONAL GROWTH	SAFETY & ENVIRONMENTAL AWARENESS ASPIRATION CREATIVITY	4 8 4	3 6 3	1 2 1	0 0 0	
	SUB TOTAL		14			(16)
5. BEHAVIOR	RULE OBEDIENCE TIMEKEEPING HEALTH CONTROL	8 4 4	6 3 3	2 1 1	0 0 0	
	SUB TOTAL		16			(16)
COMPUTER SKILLS * To be marked (✓) into a column to fulfill						
	Excellent	Good	Average	Below Average		
Use PC as a Tool	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
PC documentation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
TOTAL SCORE		92		(100)		

LAMPIRAN 28

**"K" Line Energy Ship Management Co., LTD. (K-ENE)**

1-1, Uchisaiwaicho 2-Chome, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan. Phone 81-3-3595-5695, Fax 81-3-3595-5154

SHIP'S PARTICULARS

Vessel's name :	LNG/C "TANGGUH JAYA"	Phone (sat F) :	+870 764 855 550 (Bridge+Capt)
Port of Registry :	PANAMA	Phone (sat F) :	+870 764 855 551 (Bridge)
Flag :	PANAMA	Phone (sat F) :	+870 764 855 552 (Captain)
Call Sign :	3ETB6	Phone (Iridium) :	+8816 7770 6729 (Bridge)
Official Number :	34574-09	Fax (sat F) :	+870 764 855 554
I M O Number :	9349019	Phone (V-Sat):	+81 3 3595 6473
MMSI Number:	370502000	Phone (V-Sat via H.Kong):	+85 23906 2957 (Bridge)

Type of ship:	LNG CARRIER	E-mail:	postmaster.tiv@vessel.klsm.co.jp
---------------	-------------	---------	----------------------------------

Builder & Yard :	GTT MARK III Membrane SAMSUNG HEAVY INDUSTRY GEOYE SHIPYARD KOREA	Keel laid:	24-Dec-2007
		Launched:	1-Mar-2008
		Delivered :	29-Dec-2008

Type of propulsin:	Electrical Prop. Motor ABB AMZ 1120MR08 LSF 12,650 KW x 2	L O A :	285.1 m
Main prop. MCR :	24,950 Kw x 87.5 RPM 33,923 SHP x 87.5 RPM	L B P :	274.0 m
		Breadth Moulded :	43.4 m
		Depth Moulded :	26.0 m
		Bow to Bridge	227.0 m
		Aft to Bridge	58.1 m
		Keel to top mast	55.20 m / 49.75 m

Dual Fuel Generator:	WARTSILA 12V50DF- 11,400kW x 3 6L50DF- 5,700 kW x 1	Anchor Chain:	Port 13 Sch / Stbd 14 Sch 1 shackle 27.5 m
----------------------	-----------------------------------------------------------	---------------	-----------------------------------------------

Emgcy. generator:	850 kW x 1800 RPM		
Propeler:	Fix, right hand, 5 blades	Windage area:	
Speed :	19.5 Knots	Draft 9.30 m	6,945.5 m2
Bow Thruster (pitch) :	KHI 2,500 kW	Draft 11.50 m	6,551.9 m2

Cargo Tank Capacity :	4 tanks		
100% at -160 degC	154,966.8 m3	Light Ship :	29,782.8 mt
98.5% at -160 degC	152,642.3 m3	FW allow. (all freeboards):	269 mm
		TPC:	103.3 mt
Ballast 100%	53,828.2 m3		
Fresh water 100%	462.8 m3		
Fuel tanks MGO 95%	5,737.1 m3	Displacement Summer:	112,095.4 mt

	INTERNATIONAL	SUEZ
GROSS Tonnage	97,897	101,158.04
NET Tonnage	30,877	89,677.89

	FREE BOARD	DRAUGHT	DEADWEIGHT
TROPICAL	7.605	12.374	84,940.7
SUMMER	7.857	12.122	82,312.6
WINTER	8.109	11.870	79,696.4
DESIGN	8.457	11.522	76,102.0

CLASS :	ABS - American Bureau of Shipping - A1E, LIQUEFIED GAS CARRIER, Ship type 2G (Membrane Tank, Maximum Pressure 25KpaG, and minimum Temp-163 C, Specific gravity 500 kg/m3) AMS, ACCU, NIBS, SH, SH-DLA, ES SHCM, UWILD, CRC, SFA 40, RW, PMS including CMS
OWNER :	OCEAN 1919 SHIPPING No.2 S.A. 53rd Street, Urbanizacion Obarrio Swiss Tower 16th Floor Panama
COMMERCIAL OPER.:	BP BERAU LTD. Perkantoran Hijau Arkadia, Tower E 5th Floor Jalan T.B. Simatupang Kav.88 Jakarta 12520 Indonesia
TECHNICAL OPER.:	"K" Line Energy Ship Management Co., LTD (K-ENE) 1-1, Uchisaiwaicho 2-Chome, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan

LAMPIRAN 29

			Arrival	<input checked="" type="checkbox"/> Departure	1/1	
1. Name of ship TANGGUH JAYA			2. Port of Departure Oita, Japan		3. Date: 26-Sep-2018	
4. Nationality of ship PANAMA			5. Next Port: Bintuni, Indonesia		6. Nature and No. of identity document (seamen's passport/validity)	Date and Place of Engagement
7. No.	8. Family Name, Given name	9. Rank or rating	10. Nationality	11. Date and place of birth		
1	DOBUD, AUGUSTO	MASTER	CROATIAN	23-Oct-1974 Dubrovnik, Croatia	228190273 27-Oct-2024	1-Sep-2018 Pyeongtaek, Korea
2	GREGOV, IVO	C/O	CROATIAN	9-May-1968 Split, Croatia	139845709 16-Jan-2023	1-Sep-2018 Pyeongtaek, Korea
3	RIYANDHANI, ANDHIKA	Add C/O	INDONESIAN	15-May-1990 Jakarta, Indonesia	A 8889084 18-Aug-2019	25-Sep-2018 Oita, Japan
4	NADEAK, BENYAMIN RICHARD	1/O	INDONESIAN	30-Mar-1979 Jakarta, Indonesia	B 8158634 24-Nov-2022	2-Aug-2018 Yung An, Taiwan
5	HERMAWAN, RAUF BUDI	2/O	INDONESIAN	20-Mar-1991 Grobogan, Indonesia	B 2272737 6-Nov-2020	1-Sep-2018 Pyeongtaek, Korea
6	NUGRAHA, RAMA SATRIYA	Tr 2/O	INDONESIAN	24-Aug-1990 Yogyakarta, Indonesia	B 1980569 18-Sep-2020	2-Aug-2018 Yung An, Taiwan
7	BERLNADI, GILANG IMAM	SR 3/O	INDONESIAN	19-Jun-1992 Bogor, Indonesia	B 4128474 9-Jun-2021	25-Sep-2018 Oita, Japan
8	PRAYOGO, BAGUS	JR 3/O	INDONESIAN	2-Jun-1993 Batang, Indonesia	C 0550898 10-Jul-2023	1-Sep-2018 Pyeongtaek, Korea
9	VENKATRAMAN, RAJAGOPALAN	C/E	INDIAN	15-Mar-1974 Chennai-Tamil Nadu, India	N 8178544 2-Mar-2026	2-Aug-2018 Yung An, Taiwan
10	BARIČ EVIĆ, DAMIR	2/E	CROATIAN	25-Dec-1975 Rijeka, Croatia	124947692 31-Dec-2024	25-Sep-2018 Oita, Japan
11	SUPRIYADI	3/E	INDONESIAN	12-Nov-1982 Sukoharjo, Indonesia	B 7137709 22-Jun-2022	1-Sep-2018 Pyeongtaek, Korea
12	PRASETIYO, ANDI EKO	4/E	INDONESIAN	20-May-1990 Klaten, Indonesia	A 9199003 17-Nov-2019	25-Sep-2018 Oita, Japan
13	SUKIRNO, NONO	JR 4/E	INDONESIAN	28-Nov-1993 Rembang, Indonesia	B 8244064 27-Oct-2022	1-Sep-2018 Pyeongtaek, Korea
14	BARIĆ, DAMIR	G/E	CROATIAN	23-Jan-1976 Split, Croatia	046980901 14-Jul-2024	1-Sep-2018 Pyeongtaek, Korea
15	DOMIJAN, ALAN	ETO	CROATIAN	11-Jan-1968 Rijeka, Croatia	045131978 21-Oct-2023	1-Sep-2018 Pyeongtaek, Korea
16	SAFARI, ALMI	BOSUN	INDONESIAN	2-Jun-1973 Bukit Tinggi, Indonesia	B 6308924 28-Feb-2022	18-May-2018 Gwangyang, Korea
17	BUSIDI	AB-1	INDONESIAN	7-Jun-1981 Bangkalan, Indonesia	B 0912136 10-Apr-2020	25-Sep-2018 Oita, Japan
18	SUBAGIYO, ARIS	AB-2	INDONESIAN	14-Jan-1976 Lampung, Indonesia	B 7498357 12-Jul-2022	1-Jul-2018 Gwangyang, Korea
19	SUSANTO, NUR	AB-3	INDONESIAN	20-Aug-1979 Purworejo, Indonesia	B 4516296 22-Jul-2021	18-May-2018 Gwangyang, Korea
20	TAJUDDIN	AB-4	INDONESIAN	11-Mar-1977 Takalar, Indonesia	B 5773260 19-Jan-2022	1-Sep-2018 Pyeongtaek, Korea
21	ROZI, FAHRUL	OS-1	INDONESIAN	19-Oct-1988 Bangkalan, Indonesia	A 9246950 21-Oct-2019	25-Sep-2018 Oita, Japan
22	SETIYAWAN, BAMBANG BUDI	OS-2	INDONESIAN	15-Sep-1981 Jakarta, Indonesia	B 9191813 14-Feb-2023	7-Apr-2018 Singapore
23	FANANI, ZAINAL	No.1 OLR	INDONESIAN	30-May-1969 Bangkalan, Indonesia	B 4201108 20-May-2021	7-Apr-2018 Singapore
24	KOMARUDIN, AMANG	OLR-1	INDONESIAN	3-Jul-1973 Garut, Indonesia	A 9166654 23-Sep-2019	2-Aug-2018 Yung An, Taiwan
25	DEFRI, FRANCE	OLR-2	INDONESIAN	27-Dec-1977 Jakarta, Indonesia	B 8177381 4-Oct-2022	1-Sep-2018 Pyeongtaek, Korea
26	TAHIRA, HASAN	OLR-3	INDONESIAN	7-Dec-1970 Kombong, Indonesia	B 4731448 29-Aug-2021	18-May-2018 Gwangyang, Korea
27	BASO	GOLR-1	INDONESIAN	30-Aug-1975 Pasamal, Indonesia	B 4936642 26-Sep-2021	18-May-2018 Gwangyang, Korea
28	JAMIL, ABDUL	GOLR-2	INDONESIAN	5-Jan-1971 Jakarta, Indonesia	B 0493552 20-Feb-2020	2-Aug-2018 Yung An, Taiwan
29	SAKTI	WPR	INDONESIAN	25-Jun-1971 Palopo, Indonesia	B 1167142 5-Jun-2020	18-May-2018 Gwangyang, Korea
30	SAHONO	C/CK	INDONESIAN	5-Apr-1970 Batang, Indonesia	B 2583862 10-Dec-2020	25-Sep-2018 Oita, Japan
31	ISMAIL, HEPY HANAFIE	2/CK	INDONESIAN	26-Dec-1972 Bandung, Indonesia	B 6927494 19-Apr-2022	24-Mar-2018 Gwangyang, Korea
32	SUPRIADI, RAHMAT	MESSMAN	INDONESIAN	5-Jul-1988 Cianjur, Indonesia	A 9593988 25-Nov-2019	2-Aug-2018 Yung An, Taiwan
33	ANWAR, MAHFUD	MESSMAN	INDONESIAN	12-Sep-1985 Bangkalan, Indonesia	B 8946722 22-Jan-2023	18-May-2018 Gwangyang, Korea
34	RAHMAN, HENDY KURNIA	DCD	INDONESIAN	25-Mar-1999 Kudus, Indonesia	C 0105391 22-May-2023	1-Sep-2018 Pyeongtaek, Korea
35	FADZLY, FAISAL	ECD	INDONESIAN	13-Aug-1998 Jakarta, Indonesia	B 7237564 19-Jun-2022	1-Sep-2018 Pyeongtaek, Korea

LAMPIRAN 30



Oil Companies International Marine Forum SIRE

VIQ6 - LNG Tanker Report DGCL-4088-5790-5345

Vessel Name	TANGGUH JAYA
IMO	9349019
Company	BP SHIPPING
Date of inspection	01 September 2018
Port of inspection	Pyeongtaek, South Korea
Operational Variants	Gas combustion unit

The attached list of observations has been discussed with the ship's staff prior to the inspector's departure and a copy has been left on board. The Master was invited to make comments on the listed observations and those comments (if any) have been added to the observation list.

A copy of this list and the detailed Vessel Inspection Questionnaire Report (VIQ) will be submitted to BP SHIPPING for review. BP SHIPPING will contact your owner/operator directly in due course and provide them with a copy of the VIQ report.

The following observations should not be considered as a final or comprehensive list and BP SHIPPING reserves the right to add to or amend these observations. If BP SHIPPING amends the list of observations they will advise the owner/operator.

This list of observations does not constitute any warranty of the fitness or suitability of the vessel.

The inspector is grateful for the cooperation and hospitality accorded to him by the Master and crew.

5.20. Has the vessel adequate enclosed space entry procedures? (Yes/No/Not Seen/Not Applicable)

No

Observations: The enclosed space entry permits were required to issue prior to entry into the bow thruster room (fuel oil transfer pump room) located in fore compartment. However, there were no entry permits issued for the entries made on 30 June 2018 and 31 March 2018 to carry out quarterly fire detector sensors test.

J.S. BYUN

MASTER

J. GRANIC



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Nama Lengkap : Hendy Kurnia Rahman
2. Tempat / Tanggal Lahir : Kudus, 25 Maret 1999
3. NIT : 531611106030 N
4. Alamat Asal : Siwalan RT 01/RW 03 Piji, Kecamatan Dawe, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah 59353.
5. Agama : Islam
6. Jenis kelamin : Laki-laki
7. Golongan darah : O
8. Nama Orang Tua
 - a. Ayah : Hadi Saptana
 - b. Ibu : Nanik Purwaningsih
 - c. Alamat : Siwalan RT 01/RW 03 Piji, Kecamatan Dawe, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah 59353.
9. Riwayat Pendidikan
 - a. SD : SD Negeri 4 Piji, Tahun (2004-2010)
 - b. SMP : SMP Negeri 1 Kudus, Tahun (2010-2013)
 - c. SMA : SMA Negeri 1 Kudus, Tahun (2013-2016)
 - d. Perguruan Tinggi : PIP Semarang, Tahun (2016 – 2021)
10. Pengalaman Pratek Laut
 - a. Perusahaan Pelayaran : “K” Line Energy Ship Management, Co., Ltd.
 - b. Nama Kapal : LNGC. Tangguh Jaya
 - c. Masa Layar : 1 September 2018 – 9 September 2019